

Die präventivmedizinische Bedeutung der Kreislauftrainingskuren

von

Klaus Hartkopf

aus

Michelob

1972
—

Aus der Medizinischen Poliklinik
der Universität Erlangen-Nürnberg
Direktor: Professor Dr. med. C. Korth

Die präventivmedizinische Bedeutung der Kreislauftrainingskuren

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde
der Hohen Medizinischen Fakultät
der Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg



vorgelegt
von
Klaus Hartkopf
aus
Michelob

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen - Nürnberg



Dekan: Prof. Dr. Dr. H. Pauly
Referent: Prof. Dr. J. Schmidt
Korreferent: Prof. Dr. C. Korth

Tag der mündlichen Prüfung: 26. 9. 1972

Inhaltsverzeichnis

	Seite
<u>Einleitung</u>	1
<u>Die eigenen Untersuchungen</u>	3
1. Die Untersuchten	3
2. Das Untersuchungsprogramm	3
<u>Ergebnisse</u>	5
<u>A. Ergebnisse der telemetrischen Untersuchung des Herzfrequenzverhaltens während der Übungen anlässlich der Kreislauftrainingskur</u>	5
1. Gymnastik im Freien	5
a. gymnastische Übungen ohne Stock	5
b. gymnastische Übungen mit dem Stock	6
2. Schwimmgymnastik	7
3. Gymnastik in der Sporthalle	7
a. Übungen im Gehen	8
b. Übungen im Sitzen und Liegen	8
4. Terrainkur	9
5. Bergwanderung	9
6. Saunaprogramm	10
<u>B. Ergebnisse der telemetrischen Bestimmung der Herzfrequenz beim Kreislauftraining auf dem SIEMENS-Sportfeld in ERLANGEN</u>	10
Das Kreislauftraining	11
Training in der Halle	11
<u>Diskussion der telemetrisch gewonnenen Untersuchungsergebnisse</u>	12

1) Gymnastik in der Halle	15
2) Gymnastik im Freien	15
3) Bergwanderung und Schwimmtraining	16
1. Untersuchungstag	16
2. Untersuchungstag	17
Kreislauftraining in ERLANGEN	19
1. Theoretische Grundlagen und Bewertungsmaßstab	20
2. Kritische Beurteilung des ESCHENLOHER Übungs- programmes	21
3. Resultierende Schlußfolgerungen	21
4. Kritische Beurteilung der Methodik des Kreis- lauftrainings in ERLANGEN	21
5. Schlußfolgerungen und daraus resultierende Empfehlungen	22
<u>Ergebnisse der Nachuntersuchung mit dem 100 Watt- Test</u>	22
1. Alter, Altersklassen, Körpergröße und -gewicht	23
2. Die Herzfrequenz in Ruhe	23
a. im Liegen	23
b. im Sitzen	24
3. Die Herzfrequenz während Belastung mit 100 Watt	25
a. Altersgruppe I	26
b. Altersgruppe II	26
c. Altersgruppe III	27
4. Die Herzfrequenz in der Erholungsphase	27
<u>Vergleichende Untersuchung des Ekg</u>	28

1. Auffälligkeiten im Ruhe-Ekg	29
a. Extrasystolen	29
b. Atrioventrikuläre Leitungsstörungen	29
c. intraventrikuläre Leitungsstörungen	29
2. Auffälligkeiten im Belastungs-Ekg	30
a) aszendierende ST-Senkungen	30
b) horizontale ST-Senkungen	31
c) Extrasystolen während Belastung	32
3. Elektrokardiographische Auffälligkeiten während der Erholungsphase	32
<u>E. Epidemiologische Erhebungen und vergleichende Untersuchungen anhand der Ergebnisse des 100 Watt-Testes</u>	33
a. soziologische Struktur	33
b. Ausmaß an körperlicher Aktivität	33
1. Vergleichende Untersuchungen an Nichtsporttreibenden und gelegentlich und regelmäßig Sporttreibenden	34
2. Vergleichende Untersuchungen zwischen Nichtsporttreibenden und regelmäßig Sporttreibenden	35
3. Vergleichende Untersuchungen zwischen Nichtsporttreibenden und regelmäßig Sporttreibenden der Altersklasse II	37
4. Vergleich der auffälligen Elektrokardiogramme bei Nichtsporttreibenden und regelmäßig Sporttreibenden	38
<u>Diskussion der Ergebnisse</u>	39

1) Einfluß der Körperposition und der Tretfrequenz	39
2) Die mittlere Herzfrequenz (in Ruhe liegend - im Sitzen)	39
3) Die mittlere Herzfrequenz während des Ergometer- testes	39

Zusammenfassung

56

Literaturverzeichnis

61

Die präventivmedizinische Bedeutung der Kreislauftrainingskuren

(Telemetrische, ergometrische und epidemiologische Untersuchungen an 103 Teilnehmern)

Die rasche industriell-technische Entwicklung der letzten zwei Jahrzehnte hat durch die Rationalisierung und Mechanisierung der Fertigungsverfahren in der Gütermassenproduktion die physische Arbeitskraft des Menschen in hohem Grade entbehrlich gemacht oder hat sie in einen roboterhaften Automatismus eingespannt. Zu dem chronischen Mangel an ausgewogener körperlicher Aktivität im Erwerbsleben addiert sich die Bewegungsarmut des modernen Menschen in seiner Freizeit. Diese steht vornehmlich im Zeichen der motorisierten Erholungssuche mit ihrer psychischen Belastung, der rein passiven Unterhaltung und nicht zuletzt im Zeichen des übermäßigen Konsums hochkalorischer Nahrungsmittel. Der Circulus vitiosus von permanenter Hypomotilität und exzessiver Polyphagie erzeugt eine große Zahl von latenten und schließlich manifest werdenden Koronarkrankheiten. LEUTNER (44) beobachtete eine signifikante Erhöhung der Mortalität an Herzinfarkt bei jungen Menschen (bereits im 4. Lebensjahrzehnt) innerhalb eines Beobachtungszeitraums von nur einem Jahr, eine alarmierende Feststellung.

Angeichts dieser besorgniserregenden Situation sollte der Arzt versuchen,

1. durch standardisierte objektive Untersuchungsmethoden (Belastungstest auf dem Fahrradergometer) präklinische Symptome, die

auf eine kardiopulmonale Leistungseinschränkung hinweisen, rechtzeitig zu entdecken,

2. durch gezielte Befragung von Personenkollektiven der gefährdeten Altersstufen die innige Verflechtung pathogenetischer Zusammenhänge aufzuklären und

3. die kreislaufdynamische Effizienz eines sportlichen Fitness-Trainings, besonders in Form von Kreislauftrainingskuren, kritisch zu untersuchen.

Dazu soll die vorliegende Arbeit einen Beitrag leisten.

Die eigenen Untersuchungen

1. Die Untersuchten

Durch großzügige Unterstützung der SIEMENS Aktiengesellschaft war es möglich, ein Personenkollektiv von 103 Arbeitern und Angestellten im Alter von 30 bis 65 Jahren unserer Untersuchung zuzuführen. Es handelt sich dabei um Männer, die in den Jahren 1967 bis 1969 an einer 3wöchigen Kreislauftrainingskur in der firmeneigenen Kuranlage in ESCHENLOHE bei GARMISCH teilgenommen hatten. Alle Teilnehmer, außer einem, der an einer Aorteninsuffizienz leidet, waren klinisch gesund, keiner hatte eine koronare Herzkrankheit. Was die soziologische Zusammensetzung und die koronare Gefährdungsrate anbetrifft, darf diese Gruppe von Untersuchten als ein repräsentatives Normalkollektiv gelten.

2. Das Untersuchungsprogramm

A. Zunächst interessierte das Verhalten der Pulsfrequenz während der verschiedenen Übungsreihen des Kurprogrammes.

I. Mit Hilfe der Telemetrie wurde die Herzfrequenz bei diesen Übungen an Ort und Stelle aufgezeichnet. Dies geschah an zwei aufeinanderfolgenden Tagen im Dezember 1969 in der ESCHENLOHER Kuranlage. Die Apparatur bestand aus dem HELBIGE-Einkanal-Telemetriesystem, das Sender, Empfängeranlage und Magnetbandspeichergerät umfaßt. Vier verschiedenen Probanden wurden die Klebeelektroden nach der bipolaren Ableitungsmethode MC₅ (Manubrium sterni - Xiphoid oder Herzspitze) angelegt. Drei Probanden waren als klinisch gesunde Vertreter ihrer zugehörigen Altersgruppe ausge-

wählt worden; ein anderer Proband mit ausgeprägter vegetativer Dystonie war zur vergleichenden Gegenüberstellung des Herzfrequenzverhaltens mit hinzugenommen worden.

II. Auf die gleiche Art und Weise wurde im April und Mai 1970 in der SIEMENS-Sportanlage in ERLANGEN bei weiteren zehn Probanden die Herzfrequenz telemetrisch bestimmt. Diese Probanden hatten als ehemalige Kurteilnehmer das Kreislauftraining weiterhin zweimal wöchentlich regelmäßig betrieben.

B. An demselben Personenkollektiv wurde in ESCHENLOHE und bei einer Nachuntersuchung in der Medizinischen Poliklinik, je ein 100 Watt-Test vorgenommen.

a. Der erste Belastungstest gehörte in ESCHENLOHE jeweils gegen Ende der Kur bei der Mehrzahl der Teilnehmer mit Tretkurbelarbeit im Liegen bei einer Tretfrequenz von 40 U/min zur Routine-Abschlußuntersuchung.

b. Im Februar 1970 wurde dann in unserer Poliklinik ein Kollektiv, das nur Betriebsangehörige der SIEMENS-Niederlassung ERLANGEN umfaßte, nachuntersucht, allerdings bei Fahrradergometerbelastung im Sitzen und mit 50 U/min. Die Untersuchungen fanden jeweils von 14 bis 17.30 Uhr statt. Die Kurbellänge des Fahrradergometers betrug bei unserer Untersuchung 18 cm. Die durchschnittliche Temperatur in unserem Untersuchungsraum lag bei 22° C.

Die Belastungszeit betrug bei beiden Tests (ESCHENLOHE und Nachuntersuchung) 10 Minuten, die anschließende Erholungsphase 6

Minuten. Bei unserer Untersuchung (Poliklinik) war das Ekg während der Belastung und während der Erholung in den Standardableitungen I, II und III und in den unipolaren Brustwandableitungen V_2 , V_4 und V_5 geschrieben worden; dagegen wurde der Ekg-Kurvenverlauf in ESCHENLOHE lediglich auf dem Kardioskop verfolgt und beurteilt. Anlässlich unserer Nachuntersuchung wurde außerdem von jedem Probanden zusätzlich noch ein Ruhe-Ekg nach 5 Minuten ruhigem Liegen aufgezeichnet. Ein zweites Ruhe-Ekg wurde unmittelbar vor Belastungsbeginn im Sitzen auf dem Fahrradergometer angefertigt.

Der Ekg-Kurvenverlauf und die Herzschlagfrequenz wurden nunmehr in Synopsis mit den Fakten und Ergebnissen eines anamnestisch-epidemiologischen, computergerechten Fragebogens näher untersucht.

Ergebnisse

A. Ergebnisse der telemetrischen Untersuchung des Herzfrequenzverhaltens während der Übungen anlässlich der Kreislauftrainingskur

1. Der erste Untersuchungstag begann um 7.30 Uhr mit Gymnastik im Freien. Die Außentemperatur betrug zu dieser Zeit -5° C. Das Programm umfaßte Freiübungen mit und ohne Stock. Im einzelnen bestanden die Freiübungen aus nachstehenden Bewegungsfolgen:

a. gymnastische Übungen ohne Stock

Kopfkreisen, Schulterkreisen, Armkreisen vor- und rückwärts,

Drehen des Oberkörpers mit Armen in gestreckter Seithochhalte, federndes Rumpfsseitbeugen, Rumpfvorwärtsbeugen mit Nachfedern, kreisende Bewegung des Beckens, lockeres Hüpfen im Stand auf einem oder beiden Beinen, Springen in den Grätschstand und zurück.

b. gymnastische Übungen mit dem Stock

schwungvolles Rumpfdrehen nach rechts und links bei Stock in Hochhalte, Stock in Nackenhalte - Rumpfdrehen nach beiden Seiten, Rumpfbeugen in gleicher Körper-Stockhaltung, halbkreisförmiges Führen des Stockes mit gestreckten Armen aus der Tiefhalte vorne über den Kopf nach hinten, wechselseitiges Beinschwingen über den vor den Körper gestellten Stock; Vorhand- und Rückhandschlag mit doppelgefaßtem Stock.

Zwei Probanden wurden von Übungsanfang bis -ende telemetrisch überwacht, einer davon nochmals am zweiten Untersuchungstag (vgl. Abb. 1).

Die höchsten Herzfrequenzen lagen um 124/min und 130/min. Die mittlere Herzfrequenz während der Übungszeit von 30 Minuten betrug 98/min. Schon vor Beginn der eigentlichen Übung zeigt die Herzfrequenz einen deutlichen Anstieg, der durch normales Gehen auf der Wegstrecke zwischen Aufenthaltsraum und Sportfeld hervorgerufen wird. Die Kontrolluntersuchung am folgenden Tag erbrachte keine neuen Gesichtspunkte; der Herzfrequenzgipfel lag hier lediglich etwas tiefer, nämlich bei 120/min.

2. Der nächste Programmpunkt bestand in der anschließenden Schwimmgymnastik, die im geheizten Freilandschwimmbecken der Kuranlage abgehalten wurde. Die Wassertemperatur lag bei 22° C. Die Beckenlänge betrug 12 m. Ein Proband schwamm in langsamem Tempo etwa 300 m (16,7 m/min), während der andere, wie es das Herzfrequenzprofil an dem bewegten Kurvenverlauf erkennen läßt, an der Wassergymnastik teilnahm (vgl. Abb. 2). Diese setzte sich aus folgenden Teilübungen zusammen:

- a. Die Übenden hingen mit gestreckten Armen an der Überlaufrinne (Rücken zum Beckenrand) und hielten sich dort fest; anschließend "Wellenschlagen" mit den Beinen an der Wasseroberfläche, Seitgrätschen und Schließen der gestreckten Beine dicht unter der Wasseroberfläche, "Radfahren" mit den Beinen, Anziehen und Wegstoßen der geschlossenen Beine.
- b. Die Übenden lagen in Bauchlage im Wasser und hielten sich mit vorgestreckten Armen an der Überlaufrinne des Beckens fest; dann Schwimmbewegungen der Beine wie beim Brustschwimmen, Strampeln mit Wellenschlagen.
- c. Atemübungen im Wasser

Beim heftigen Beinschlagen konnten bis zu 160 Herzschläge/min registriert werden (Abb. 2, letzter Teil der Kurve), beim normalen Brustschwimmen ließ sich immerhin ein Frequenzgipfel von 146 Herzschläge/min aufzeichnen. Das Training im Wasser erstreckte sich über eine Gesamtdauer von 22 Minuten.

3. Die anschließende Gymnastik in der Sporthalle rundete das Programm des Vormittags ab. 40 Minuten unterzogen sich die

Kurteilnehmer gymnastischen Lockerungs- und Kräftigungsübungen, die durch nur kurze Laufintervalle unterbrochen wurden, Übungen mit dem Bali-Gerät und schließlich Hauttrockenbürstungen. Das gymnastische Übungsprogramm, das schon oben bei der Körperschulung im Freien Erwähnung fand, wurde in der Halle im Wesentlichen beibehalten und lediglich noch durch Übungsreihen im Gehen und Sitzen und im Liegen wie folgt erweitert:

a. Übungen im Gehen

Gehen im Zehenstand und Greifen nach oben, Armkreisen, kräftiges abwechselndes Hochziehen des rechten oder linken Beines an die Brust, "Entengang", Gehen auf den Innen- und Außenkanten der Füße.

b. Übungen im Sitzen und Liegen

Federndes Rumpfwippen nach vorne, bis die Fingerspitzen die Zehen berühren; im Schwebesitz Kreisen der geschlossenen Beine, Grätschen und Schließen; im Hocksitz Vor- und Rückwärtsschaukeln des Körpers; Liegestütze, halber Liegestütz mit federndem Beinwechsel, wechselndes rhythmisches Heben von Oberkörper und Beinen in Bauchlage, aus der Rückenlage heraus Aufrichten von Becken und Beinen mit wechselndem Beintreten ("radfahren"); Aufschwingen aus dem Langsitz zur Rückenlage - Beine über den Kopf bis die Fußspitzen den Boden berühren; Aufstehen und Hinsetzen zu zweit mit nach rückwärts gegenseitig eingehakten Armen.

Von zwei Probanden wurden während dieser Übungen Herzfrequenzspitzen von 136 und 150/min erreicht. Im Mittel lagen die Belastungsherzfrequenzen jedoch nur bei 110 bis 120/min. Der eingangs erwähnte Kurteilnehmer mit der vegetativen Dysregulation zeigte bei den gleichen Übungen ein überschießendes Herzfrequenzverhalten: Er hatte bereits eine Ausgangsfrequenz von 120/min und steigerte diese unter der Übungsbelastung bis auf Werte von 175 bis 185/min (Abb. 3).

4. Am Nachmittag des ersten Untersuchungstages brach die Gruppe der Kurteilnehmer zu einer Terrainkur auf. Sie bestand in einer 1stündigen (4 km/h) Wanderung durch das ESCHENLOHER Moor (Abb. 4). Der Weg führte in ebenem Gelände durch ein weites Schneefeld. Die Füße sanken beim Schreiten etwa 20 cm in den Schnee ein.

Im Mittel lag die Herzfrequenz auf dem Hin- und Rückmarsch bei 104/min. Lediglich auf dem Rückweg zum Ärztehaus spiegeln die Herzschlagfrequenzen mit 120 und 125 Schlägen/min die Belastung beim Ansteigen der Gehstrecke wider. Der Proband mit der vegetativen Dystonie zeigt hier ein normales Herzfrequenzverhalten ohne überschießende Werte.

5. Am nächsten Tag traten bei dem Probanden mit der vegetativen Dystonie während einer 1stündigen Bergwanderung Herzfrequenzspitzen von 184/min auf, gegenüber einer

Herzfrequenz von 150 bis 160/min der beiden anderen Untersuchten. Auf einer Wegstrecke von 1,5 km war ein Höhenunterschied von 400 m zu überwinden. Die Anstiegssteilheit betrug 26,6 %. Die Herzfrequenz erreichte auf dem steilen Serpentinweg mittlere Werte von 142/min und während des Abstieges von 122/min (Abb. 5).

6. Am Vormittag des gleichen Tages wurde ein Saunaprogramm (Temperatur 90°C) an zwei Probanden telemetrisch im Hinblick auf die Herzfrequenz untersucht (Abb. 6). Im zeitlichen Intervall zwischen den beiden Schwitzbädern von je 12 bis 15 Minuten Dauer gingen die beiden Probanden zu den Ruhebänken in einem Raum außerhalb der Saunaanlage, um dort für etwa 10 Minuten zu entspannen. Während der Saunabäder stieg bei ihnen die Herzfrequenz nach etwa 15 Minuten Schwitzbad auf 135 bis 140/min und 116 bis 118/min an.

B. Ergebnisse der telemetrischen Bestimmung der Herzfrequenz beim Kreislauftraining auf dem SIEMENS-Sportfeld in ERLANGEN

Die Übungsstunden fanden zweimal wöchentlich, jeweils mittwochs von 18.00 bis 19.00 Uhr und samstags von 7.30 bis 8.30 Uhr statt. Es wurden 8 Probanden während des Trainings auf dem Sportfeld und 2 Probanden während

des Hallentrainings, das bei schlechten Wetterverhältnissen ersatzweise durchgeführt wird, telemetrisch untersucht.

Das Kreislauftraining baute sich, analog dem ESCHENLOHER Übungsprogramm, aus gymnastischen Übungen ohne Gerät, mit Handgewichten, dem Stock, dem Bali-Gerät und dem Medizinball beim Hallentraining auf. Allerdings waren häufiger Laufintervalle von 150 bis 200 Metern als "lockerer Dauerlauf" eingebaut, was an der Herzfrequenzsteigerung deutlich sichtbar wird (vgl. Abb. 7, 8 und 9). Eine Untersuchungsgruppe von 3 Probanden erreichte während der Trainingsbelastung Herzfrequenzspitzen von 145/min, 162/min und 170/min (Abb. 7). Die Trainingszeit betrug insgesamt 45 Minuten. Eine zweite Untersuchungsgruppe mit nur 2 Probanden (Abb. 8) zeigte während einer Übungszeit von 39 Minuten Herzfrequenzgipfel von 170 bis 196/min. Auch hier provozierten die kurzen Laufintervalle jeweils die höchsten Herzschlagfrequenzen. Drei weitere Probanden (dritte untersuchte Gruppe) erbrachten Herzfrequenzwerte um 150 bis 156/min (Abb. 9).

Während des Trainings in der Halle konnten bei den beiden untersuchten Probanden lediglich Herzfrequenzen von 128 und 160/min als Maximalwerte beobachtet werden (Abb. 10). Die Freiübungen ohne Gerät (Abb. 7), die Körperschulung mit dem Bali-Impander (Abb. 8), die Übungen mit dem Stock und schließlich die Übungen mit dem Medizinball (Abb.

9 und 10) entsprechen in den grundlegenden Bewegungsabläufen in etwa dem bereits beschriebenen ESCHENLOHER Übungsprogramm.

Diskussion der telemetrisch gewonnenen Untersuchungsergebnisse

Erst durch die Biotelemetrie ist es überhaupt und in vollem Umfange möglich geworden, den tätigen Menschen unter natürlichen Bedingungen, das heißt inmitten des ihn umgebenden vertrauten Milieus, absolut frei von großem behindernden apparativen Aufwand, auf verschiedene interessante physiologische Parameter hin fortlaufend zu untersuchen (1, 22, 28, 39, 85). Dies ist bislang aus technischen Gründen vor allem für die Registrierung der Herzfrequenz und des Ekg-Kurvenverlaufes möglich. Durch die kontinuierliche telemetrische Beobachtung der Herzfrequenz vor, während und nach der Belastung können Erkenntnisse über die kreislaufwirksame körperliche Aktivität des Menschen gewonnen werden (2, 26, 51, 55, 64, 68).

Uns kam es auf eine Abschätzung der tatsächlichen Effizienz des körperlichen Trainings einer sogenannten Kreislaufkur an. Nachdem bereits konkrete Vorstellungen über die Gestaltung und Durchführung der Trainingsprogramme zur Erreichung der körperlichen Ertüchtigung während der Kur bestanden (8, 13), war es an der Zeit, sich von dem Kurprogramm und von seinen Übungsteilen anhand

der Biotelemetrie ein Bild zu machen (18, 31, 38, 54, 57, 69, 87).

Zur Beurteilung einer kreislaufwirksamen Belastungsintensität bei den einzelnen Übungen des Kreislauftrainingsprogrammes sind die Untersuchungsergebnisse von HOLLMANN und von KARVONEN (25, 34) ein guter Maßstab.

HOLLMANN unterzög 6 männliche Versuchspersonen (Durchschnittsalter 22,3 Jahre) einem Dauerbelastungstraining auf dem Fahrradergometer von je 5 Wochen (4 mal wöchentlich 20 bis 30 Minuten) unterhalb (Herzfrequenz 125/min) und oberhalb (Herzfrequenz 150 bis 180/min) der Ausdauergerenze (Herzfrequenz 130/min). Er überprüfte nach jeder der beiden Trainingsperioden die aktuelle Leistungsfähigkeit der Probanden und fand eine signifikante Vergrößerung des Herzvolumens mit der zugehörigen Leistungssteigerung nur nach dem Ausdauertraining mit einer Herzfrequenz von 150 bis 180/min. Nach dem Training unterhalb der sogenannten Ausdauergerenze konnten lediglich eine vegetative Umstimmung (36) festgestellt werden, mit einer Erniedrigung der Ruheherzfrequenz (nicht aber der Arbeitsherzfrequenz) und mit einer nur unwesentlichen Erhöhung der maximalen O_2 -Aufnahme bei konstantem Herzvolumen.

Zu gleichlautenden Ergebnissen war auch KARVONEN bei Trainingsversuchen auf dem Laufband (4 Wochen täglich 30 Minuten lang) bei Herzfrequenzen um 135/min und 150/min gekommen. ROSKAMM, REINDELL und KÖNIG (65) erheben daher

die Forderung, körperliches Training in Form einer kontinuierlichen Dauerbelastung von mindestens 15 Minuten täglich bei einer Herzfrequenz von 150/min bei jüngeren Menschen und von 135 bis 140/min bei 50 bis 60jährigen Personen durchzuführen. Erst bei diesen Belastungsintensitäten kommt es zu einer direkten Wirkung auf das Herz, das mit einer regulativen proportional-harmonischen Vergrößerung und der damit verbundenen Ökonomisierung der Herzarbeit während der Belastung antwortet.

PHLIPPEN (59) dagegen kommt es bei der Durchführung eines körperlichen Trainings im mittleren und höheren Lebensalter nicht auf die Ausbildung eines solchen "Sportherzens" an; er wertet schon das Erreichen einer vegetativen Umstellung als vollen Erfolg, fordert aber auch eine Herzfrequenz von 140/min zur körperlichen Ertüchtigung bei 30 bis 50jährigen. Die Trainingsherzfrequenzen sollen dabei durch gleichzeitige Belastung möglichst vieler und großer Muskelgruppen erreicht werden und nicht etwa durch eine vorwiegend psychische Belastung bedingt oder überlagert sein (45, 61, 71, 82).

Legen wir nun diese Maßstäbe (kreislaufwirksame Belastungsintensitäten von 130 bis 140 n/min über eine Belastungsdauer von 30 Minuten täglich) an die telemetrisch gewonnenen Untersuchungsergebnisse des Kreislauftrainings in ESCHENLOHE und ERLANGEN an, so erhalten wir folgende Resul-

tate:

- 1) Während der 40minütigen Gymnastik in der Halle (ESCHEN-LOHE) konnten bei den beiden Versuchspersonen mit regelrechtem Herz- und Kreislaufverhalten Herzfrequenzen von über 135 n/min nur für eine Dauer von 6 Minuten oder 1 Minute registriert werden. Die beiden Probanden gehörten der Altersklasse II (40 bis 50jährige) und der Altersklasse III (50 bis 60jährige) an. In der SIEMENS-Sportanlage in ERLANGEN verlief das ersatzweise Hallentraining im Hinblick auf die geforderte Höhe der Herzfrequenz (135 n/min) noch uneffektiver. Nur einer der beiden Probanden (Altersklasse II) erbrachte Herzfrequenzen der oben genannten Höhe über eine Dauer von 3 Minuten.
- 2) Die Gymnastik im Freien erbrachte in ESCHENLOHE an zwei Probanden der Altersklasse II und III (mit einer Kontrolluntersuchung am folgenden Tage) bei einer Übungsdauer von jeweils 30 Minuten keine Werte der geforderten Höhe (von über 135 n/min).

Anläßlich des Kreislauftrainings auf dem ERLANGER Sportfeld dagegen konnten Herzfrequenzen über 135 n/min bei allen 8 Probanden (Altersklasse I und II) über eine durchschnittliche Dauer von 6 Minuten aufgezeichnet werden, bei einem Probanden sogar über 25 Minuten mit Herzfrequenzspitzen von 195 n/min.

Insgesamt gesehen erweist sich also das Kreislauftraining unter den ERLANGER Bedingungen hinsichtlich der anhand des Herzfrequenzverhaltens abschätzbaren Effizienz wir-

kungsvoller als das in ESCHENLOHE; denn es werden hier bei den Übungen selbst Werte um 150 n/min, wenn auch nur für verhältnismäßig kurze Zeit hin und wieder erreicht oder überschritten.

- 3) Entsprechende Herzfrequenzwerte wurden in ESCHENLOHE lediglich anlässlich einer Bergwanderung und während des kurzen Schwimmtrainings über eine angemessene Zeit hin erreicht. Sowohl bei der Wassergymnastik als auch beim normalen langsamen Brustschwimmen konnten Werte von immerhin 135 n/min über 7 Minuten bei einer Gesamttrainingsdauer von 22 Minuten beobachtet werden. Am wirkungsvollsten erscheint jedoch unter den vorausgesetzten Beurteilungskriterien die etwa 1stündige Bergwanderung. Zwei Probanden (Altersklasse II und III) zeigten beim Aufstieg auf dem steilen Serpentinweg Herzfrequenzwerte von über 135 n/min 14 und 16 Minuten lang bei Herzfrequenzgipfeln von 150 bis 160 n/min. Dagegen ließ die ebenfalls 1stündige Moorwanderung mit registrierten durchschnittlichen Werten der Herzfrequenz von 104 n/min die nötige Belastungsintensität vermissen.

Insgesamt gesehen, konnten bei der Kreislauftrainingskur in ESCHENLOHE am 1. Untersuchungstag (Gymnastik im Freien, Schwimmtraining, Hallengymnastik und Moorwanderung) bei den beiden Versuchspersonen mit normalem Herz- und Kreis-

laufverhalten Herzfrequenzwerte der geforderten Höhe (über 135 n/min mindestens 15 Minuten lang) summarisch nur über 8 Minuten (7 Minuten beim Brustschwimmen und 1 Minute bei der Hallengymnastik) und 13 Minuten (7 Minuten bei der Wassergymnastik und 6 Minuten bei der Hallengymnastik) beobachtet werden. Am 2. Untersuchungstag (Gymnastik im Freien, Sauna und Bergwandern) erreichten beide Probanden, die für eine Leistungssteigerung förderlichen Herzfrequenzen über 14 und 16 Minuten unter einer kontinuierlichen Dauerbelastung während des Bergwanderns. Die Mindestforderung an ein kreislaufdynamisch wirkungsvolles Training, wie sie oben formuliert wurde, kann deshalb nur durch die Bergwanderung am Nachmittag des 2. Untersuchungstages als erfüllt betrachtet werden.

Auf Grund unserer telemetrischen Untersuchungsergebnisse des Kreislauftrainings gelangen wir zu den gleichen Schlußfolgerungen, wie sie bereits von F. SCHMIDT (73) auf Grund seiner Untersuchungen mit dem Langzeitspeichergerät (HOLTER-Avionics) anlässlich der Bewegungstherapie von Koronarkranken (17 Probanden im Alter von 43 bis 60 Jahren) gezogen wurden: Alle Bewegungsformen im Rahmen einer Gruppengymnastik und die rein gymnastischen Übungen im Stand, gleich ob mit oder ohne Gerät, und Spaziergänge in der Ebene bei normalem Schrittempo (Moorwanderung, 4 km/h) stellen keinen adäquaten Trainingsreiz für das Herz- und Kreislaufsystem dar.

Diese Ansicht wird durch die Untersuchungsergebnisse von VOGLER (84) noch erhärtet. Er hatte 12 Sportstudentinnen (im 1. und 5. Semester) während der Gymnastikstunde telemetrisch untersucht und fand, daß die durchschnittliche Trainingsherzfrequenz unterhalb der sogenannten Ausdauergrenze lag.

Die gymnastischen Übungsreihen mit und ohne Gerät und die Spaziergänge im ebenen Terrain sollten daher lediglich als Fitness-Training für den aktiven und passiven Bewegungsapparat besonders in der ersten Kurwoche in Form einer Morgengymnastik Anwendung finden. Die Körperertüchtigung durch gymnastische Übungen sollte die Voraussetzungen für eine gute Bewegbarkeit schaffen und die Koordination der Bewegungsabläufe verbessern, schließlich sollte sie gleichzeitig zum "Warmmachen" und damit als Ausgangsbasis für ein nachfolgendes Training höherer Belastungsintensität dienen. Dieses wiederum sollte in Form von Terrain- oder Waldläufen nach dem Dauerbelastungs- oder Intervallprinzip durchgeführt werden.

Eine weitere Möglichkeit, die Effektivität der Kreislauftrainingskur zu verbessern, besteht darin, das Schwimmtraining und die Bergwanderung als "Schwerpunkte" in das Übungsprogramm der Kreislauftrainingskur einzubauen. Bei einem Schwimmtraining läßt sich, wie es auch die telemetrischen Untersuchungen von BASSAN (3) bestätigen, die für eine Leistungssteigerung notwendige Herzfrequenz zwanglos über den erforderlichen Zeitraum erbringen. Wegen der landschaftlich

äußerst reizvollen Lage des Kurzentrums bieten sich jedoch zunächst Wanderungen in die umliegende Bergwelt geradezu an, zumal sie sich darüberhinaus nach unseren telemetrischen Untersuchungen im Hinblick auf das Herzfrequenzverhalten als die weitaus wirksamste Trainingsmethode (über 135 n/min gleichbleibend 14 bis 16 Minuten lang) erwiesen haben. Solche Bergwanderungen sollten so oft wie nur möglich in das Trainingsprogramm aufgenommen werden. Denn wie sonst könnte eine Belastungsintensität der geforderten Höhe über eine relativ lange Zeit hinweg leichter gesetzt und aufrechterhalten werden, ohne daß sie auf die Dauer als Reglementierung empfunden würde, als durch das naturnahe Bergwandern. Die Ersteigung exponierter Punkte des umgebenden Terrains, bei gleichzeitigem intensiven Erleben der Natur, dürfte auch das Vertrauen in die eigene Leistungsfähigkeit stärken und derart einen sicher nicht unerheblichen psychosomatischen Effekt erzielen.

Balneologische und KNEIPPsche Anwendungen, wie sie in ihrer Vielzahl in ESCHENLOHE praktiziert werden, sind in ihrem Wert zur Verbesserung der Anpassungsvorgänge des Gefäß- und Stoffwechselsystems bei älteren Menschen unbestritten. Abgesehen von einer geringgradigen Senkung der Ruheherzfrequenz, kann aber eine Steigerung der kardialen Leistungsfähigkeit damit nicht erzielt werden (4, 10, 42).

Die Methodik des Kreislauftrainings in ERLANGEN hat sich nach unseren Untersuchungen anhand des Herzfrequenzverhaltens durch den Einbau kurzer Laufübungen (über 150 bis 200 m) als effi-

zienter erwiesen (Herzfrequenzwerte von 135 n/min und selbst 150 n/min und mehr über durchschnittlich 6 Minuten) als das vergleichbare Training in ESCHENLOHE (Gymnastik im Freien). Die Belastungszeit von durchschnittlich 6 Minuten Dauer, in der die für einen formativen Reiz auf das Herz notwendigen Herzfrequenzwerte erbracht wurden, erscheint jedoch relativ kurz, wenn sie der entsprechenden Belastungsdauer von 30 Minuten bei 131 n/min gegenübergestellt wird, wie sie nach den Untersuchungen von ROSKAMM, BRANDTS und REINDELL (66) zur Aufrechterhaltung der Leistungssteigerung (nach einer 4wöchigen Trainingsperiode) erbracht werden sollte. Dem Kreislauftraining in ERLANGEN obliegt ja die eminent wichtige Aufgabe, die in ESCHENLOHE erworbene Leistungssteigerung durch ein 2 mal wöchentliches Training von einer Stunde Dauer aufrechtzuerhalten oder - besser noch - anzuheben. Um diese Aufgabe aber erfüllen zu können, müßte auch in ERLANGEN die zeitliche Relation der einzelnen Übungen innerhalb des Trainingsprogrammes mehr zugunsten der Dauerbelastung (Laufübungen über längere Strecken hin) verschoben werden.

Zusammenfassend münden unsere Untersuchungsergebnisse in einigen wichtigen Schlußfolgerungen und daraus resultierenden Empfehlungen für eine kreislaufdynamisch wirkungsvollere Übungsprogrammgestaltung des Kreislauftrainings als bisher:

1. Wanderungen in der Ebene (4 km/h) bei normalem Schrittempo und die Bewegungsabfolgen während der rein gymnastischen

Übungen im Stand mit und ohne Gerät stellen keinen adäquaten Trainingsreiz für das Herz- und Kreislaufsystem dar. Sie können somit nur als Fitness-Training für den aktiven und passiven Bewegungsapparat zum Erreichen einer besseren Bewegbarkeit und zum "Warmmachen", das heißt, lediglich als Vorstufe des eigentlichen Kreislauftrainings, angesehen werden.

2. Innerhalb des Übungsprogrammes sollte dem Dauerbelastungs- und Intervalltraining durch Schwimmübungen beliebiger Stilart, besonders aber durch Laufübungen über längere Strecken in Form von Wald- oder Terrainläufen, mehr Zeit gegeben werden.
3. Die Bergwanderungen sollten häufiger vorgenommen werden, denn sie haben sich als äußerst kreislaufwirksam erwiesen. Gleichzeitig bedeuten sie einen nicht zu unterschätzenden psychosomatischen Effekt durch das Erleben der umgebenden Natur und der eigenen Leistungsfähigkeit. Darüberhinaus können, und das ist der entscheidende Vorzug, mit Bergwanderungen bei den Kurteilnehmern Dauerbelastungen hoher Intensität über eine relativ lange Zeit hin ohne das Gefühl des "Reglementiertseins" erbracht und aufrechterhalten werden.
4. Die Methodik des Kreislauftrainings in ERLANGEN hat sich durch den häufigeren Einbau kurzer Laufübungen als effizienter erwiesen als die vergleichbare Gymnastik im Freien

in ESCHENLOHE. Jedoch wird auch hier in ERLANGEN noch zu viel Zeit auf gymnastische Übungen im Stand mit und ohne Gerät und auf das obligate Tau- oder Wassertreten verwandt.

5. Balneologische und KNEIPPsche Anwendungen haben ihren Wert in der Verbesserung der Anpassungsvorgänge des Gefäß- und Stoffwechselsystems. Eine Steigerung der kardialen Leistungsfähigkeit wird auf diese Weise nicht erreicht.

C. Ergebnisse der Nachuntersuchung mit dem 100 Watt-Test

Im Februar 1970 unterzogen sich 103 Männer, die vor 1 bis 3 Jahren an einer 3wöchigen Kreislauftrainingskur in der firmeneigenen ESCHENLOHER Kuranlage der SIEMENS AG teilgenommen hatten, in der Medizinischen Universitäts-Poliklinik ERLANGEN einer Nachuntersuchung in Form eines 100 Watt-Testes im Sitzen auf dem Fahrradergometer. 85 ~~Kurteilnehmer~~ waren schon damals in ESCHENLOHE durch einen 100 Watt-Test im Liegen nach etwa 2 Wochen Kuraufenthalt auf ihre derzeitige körperliche Leistungsfähigkeit hin untersucht worden.

In den folgenden Abschnitten werden die in ESCHENLOHE ermittelten Werte für die Herzschlagfrequenzen in Ruhe, während Belastung und in der Erholungsphase und die Befunde des dabei registrierten Ekg-Kurvenverlaufes mit den anlässlich der Nachuntersuchung in ERLANGEN gemessenen Werten und

erhobenen Befunden verglichen.

1. Alter, Altersklassen, Körpergröße und -gewicht

Das Alter der untersuchten Männer lag zwischen 30 bis 60 Jahren (Durchschnittsalter 44,1 Jahre). Die 103 Probanden wurden wie folgt in 3 Altersklassen eingeteilt:

Altersgruppe I 31 bis 40jährige,
Altersgruppe II 41 bis 50jährige und
Altersgruppe III 51 bis 60jährige.

Die Altersklasse I umfaßte 30 Männer (23,1 %), die Altersklasse II 58 Männer (56,3 %) und die Altersklasse III 15 Männer (14,6 %).

Die durchschnittliche Körpergröße lag im Kollektiv bei $174,0 \pm 5,5$ cm.

Das Körpergewicht betrug im Durchschnitt $77,9 \pm 9,7$ kg; das heißt, es bestand eine leichte Übergewichtigkeit. Eine ausgeprägte Übergewichtigkeit fand sich in der Altersklasse III; einem Durchschnittsgewicht von $80,0 \pm 8,5$ kg stand hier eine mittlere Größe von lediglich $171,6 \pm 6,9$ cm gegenüber.

2. Die Herzfrequenz in Ruhe

a) im Liegen

Die Herzfrequenz in Ruhe wurde in ESCHENLOHE, wie auch anlässlich der von uns durchgeführten Nachuntersuchung,

nach 5 Minuten ruhigem Liegen durch Aufzeichnung eines Ekg ermittelt. Bei der Untersuchung in ESCHENLOHE betrug der Mittelwert der Herzfrequenz bei den Untersuchten 75,7/min ($\pm 10,7$ /min), in der Altersklasse I 76,2 ($\pm 11,3$)/min, in Klasse II 75,6 ($\pm 10,4$)/min und in Klasse III 75,2 ($\pm 11,8$)/min.

Die Nachuntersuchung ergab einen Mittelwert der Herzschlagfrequenz im Liegen von 78,7 ($\pm 14,2$)/min; sie ist damit nach der t-Verteilung mit zweiseitigem Test nicht signifikant verschieden von den ESCHENLOHER Ergebnissen (p 0,10).

b) im Sitzen (vgl. Tab. 1 und 2)

Der Vergleich der Herzfrequenz in Ruhe liegend (ESCHENLOHE) und nach 5 Minuten ruhigem Sitzen auf dem Fahrradergometer (Nachuntersuchung) erbringt höchst signifikante Unterschiede (p 0,0001). Die durchschnittliche Herzschlagfrequenz im Sitzen unmittelbar vor der Belastung mit 100 Watt betrug 89,2 ($\pm 14,3$)/min, gegenüber 75,7 ($\pm 10,7$)/min in Ruhe liegend (in ESCHENLOHE gemessen).

Höchst signifikant verschieden waren die Mittelwerte der Herzfrequenz in der Altersgruppe I und II (p 0,0001). Die Differenz der Mittelwerte war in der Altersgruppe I mit 91,8 ($\pm 11,8$)/min gegenüber 76,2 ($\pm 11,3$)/min im Liegen am größten. Die Altersgruppe III zeigte eine signifikante

Erhöhung des Mittelwertes der Herzfrequenz im Sitzen gegenüber dem im Liegen ermittelten Wert (allerdings nur auf dem 5 %-Niveau).

Alle Mittelwerte der Herzfrequenz im Sitzen sind damit gegenüber den in ESCHENLOHE im Liegen ermittelten deutlich erhöht.

3. Die Herzfrequenz während Belastung mit 100 Watt (vgl. Tab. 1 und 2)

Die Abb. 11 zeigt die graphisch aufgetragenen Mittelwerte der Herzfrequenz mit den zugehörigen Standardabweichungen während 10minütiger Belastung bei 100 Watt (Fahrradergometer) und während der anschließenden Erholungsphase von 6 Minuten Dauer, in Form eines Pulsfrequenzprofiles. In ESCHENLOHE waren mittels des 100 Watt-Testes 85 Kurteilnehmer untersucht worden, in ERLANGEN 103 ehemalige Kurteilnehmer. Die Zahlendiskrepanz erklärt sich einfach aus der Tatsache, daß in ESCHENLOHE noch nicht bei allen Teilnehmern der Kreislauftrainingskur generell gegen Ende der Kur ein Belastungstest vorgenommen worden war, der Nachuntersuchung aber ausnahmslos alle ehemaligen Kurteilnehmer aus ERLANGEN und Umgebung zugeführt werden konnten.

Die Herzfrequenzmittelwerte für das Gesamtkollektiv betrugen in der 1. Belastungsminute (100 Watt liegend, ESCHENLOHE) $109,5 (\pm 13,5)/\text{min}$ und $119,0 (\pm 13,5)/\text{min}$ (100 Watt sitzend, Nachuntersuchung); sie sind somit hoch signifikant verschieden

(p 0,0001).

Das Gleiche gilt für die Mittelwerte der Herzfrequenz im steady state der 4. bis 6. Belastungsminute. Die zugehörigen Werte 119,1 ($\pm$ 11,9)/min und 129,0 ($\pm$ 14,5)/min für die 4. Belastungsminute und ebenso 120,5 ($\pm$ 12,3)/min und 131,2 ($\pm$ 15,2)/min für die 6. Belastungsminute sind statistisch hoch signifikant verschieden (p 0,0001).

Zur 10. Belastungsminute zeigen die Werte für die mittlere Herzfrequenz mit 120,9 ($\pm$ 12,7)/min und 134,1 ($\pm$ 15,8)/min ebenfalls hochsignifikante Unterschiede (p 0,0001).

Die Aufgliederung in die 3 Altersklassen erbringt für die Werte der Herzfrequenz während Belastung mit 100 Watt folgende Ergebnisse:

- a) In der Altersgruppe I fand sich ein signifikanter Unterschied in den Belastungswerten der Herzfrequenz gegenüber den in ESCHENLOHE ermittelten Werten in der 1., 6. und 10. Belastungsminute (p 0,001, 0,05 0,02).
- b) In der Altersgruppe II waren alle Belastungswerte der Herzfrequenz bei der Nachuntersuchung signifikant gegenüber den in ESCHENLOHE gefundenen Werten erhöht. Die statistische Sicherheit beträgt für die Werte der Herzfrequenz in der 1. und 10. Belastungsminute 99,99 % (p 0,0001); für die 4. und 6. Belastungsminute ergab

sich eine hohe statistische Sicherheit von 99,9 %
(p 0,001).

- c) In der Altersgruppe III waren ebenfalls alle Werte der Herzfrequenz während Belastung mit 100 Watt signifikant von den in ESCHENLOHE gefundenen Werten im Sinne einer Erhöhung verschieden (p 0,01).

4. Die Herzfrequenz in der Erholungsphase

Eine 1/2 Minute nach Belastung war der Mittelwert für die Herzfrequenz bei der Untersuchung in ESCHENLOHE bereits auf 106,2 ($\pm$ 15,2)/min abgefallen, wohingegen er bei der Nachuntersuchung noch 118,6 ($\pm$ 17,9)/min betrug. Der Unterschied der errechneten Mittelwerte war hochsignifikant (p 0,0001). In der 2. und 6. Erholungsminute waren die verglichenen Mittelwerte der Herzfrequenz hoch signifikant verschieden (p 0,0001): 88,0 ($\pm$ 13,6)/min und 107,7 ($\pm$ 16,7)/min in der 2. Minute und 81,2 ($\pm$ 13,0)/min sowie 100,4 ($\pm$ 16,4)/min in der 6. Minute nach Belastung.

Eine Aufgliederung in die 3 Altersklassen ergab folgendes Bild:

- a. In der Altersklasse I waren lediglich die Herzfrequenzmittelwerte für die 2. und 6. Erholungsminute signifikant gegenüber den ESCHENLOHER Werten erhöht (p 0,001 und p 0,0001).

- b. Die Altersklasse II zeigte eine signifikante Erhöhung aller Werte der Herzfrequenz in der Erholungsphase gegenüber den in ESCHENLOHE ermittelten Werten ($p = 0,001$ und $p = 0,0001$).
- c. In der Altersklasse III waren ebenfalls alle Werte der Herzfrequenz in der Erholungsphase signifikant erhöht ($p = 0,01$ und $p = 0,05$).

D. Vergleichende Untersuchung des Ekg (vgl. Tab. 4)

Anlässlich der Nachuntersuchung in der Medizinischen Poliklinik wurde der Kurvenverlauf des Ekg bei jedem Probanden sowohl in Ruhe als auch zu jeder vollen Minute während des 100 Watt-Belastungstestes und der nachfolgenden Erholungsphase aufgezeichnet; es wurden jeweils etwa 12 Herzaktionen registriert. Zur 10. Belastungsminute wurde der Übergang von der Arbeitsphase zur Ruhe mittels einer Drucktaste besonders markiert und das Ekg 30 Sekunden lang fortlaufend aufgezeichnet. Zur Registrierung diente der 6-Kanal-Düsenreiber "mingograph 800" der SIEMENS AG.

Bei dem in ESCHENLOHE vorgenommenen 100 Watt-Test wurde der Ekg-Kurvenverlauf während Belastung und Erholung auf einem Schirmbild (Kardioskop) kontinuierlich verfolgt.

Der Vergleich der Ekg-Befunde stützt sich demnach auf unsere Untersuchungsergebnisse, auf die Befundberichte der ESCHENLOHER Untersuchung (keine Ekg) und auf Ruhe-Ekg aus früheren

Jahren, die in der betriebsärztlichen Dienststelle der SIEMENS AG ERLANGEN aufgenommen worden waren.

Die während dieser Untersuchungen erhobenen Befunde werden im folgenden Abschnitt nach ihrem Vorkommen im Ruhe- oder Belastungs-Ekg unterteilt. Eine Gesamtübersicht der aufgetretenen Ekg-Auffälligkeiten gibt die Tabelle 1.

1. Auffälligkeiten im Ruhe-Ekg

a) Extrasystolen

Lediglich bei einem 40jährigen wurde eine supraventrikuläre Extrasystole bei der Nachuntersuchung unmittelbar vor der Belastung beobachtet.

b) Atrioventrikuläre Leitungsstörungen

Bei 3 Untersuchten (2,9 %) wurde ein AV-Block 1. Grades festgestellt. Es handelte sich um einen Untersuchten aus der Altersgruppe I (in Ruhe: PQ-Zeit 0,21", Herzfrequenz 78 n/min; in der 6. Belastungsminute: PQ-Zeit 0,18", Herzfrequenz 122 n/min) und um zwei Untersuchte aus der Altersgruppe III. (In Ruhe: PQ-Zeit 0,20", Herzfrequenz 74 n/min und 57 n/min; in der 6. Belastungsminute: PQ-Zeit 0,22" und 0,18"; Herzfrequenz 120 n/min und 97 n/min). In den ESCHENLOHER Untersuchungsbefunden war in diesen 3 Fällen kein Hinweis auf eine AV-Leitungsstörung gefunden worden.

c) Intraventrikuläre Leitungsstörungen

Bei 23 Untersuchten (22,5 %) wurde bei der Nachuntersuchung elektrokardiographisch eine Rechtsverspätung

der Erregung aufgedeckt. 7 Untersuchte gehörten zu der Altersklasse I, 13 zur Altersklasse II und 3 zur Altersklasse III.

Bei 2 Männern (Altersklasse I und II) fand sich das Bild eines vollständigen Rechtsschenkelblockes.

Bei 2 anderen (Altersgruppe II und III) wurde eine Linksverspätung der Erregung festgestellt.

Bei einem 35jährigen Probanden (Altersklasse I) fand sich das ausgeprägte Bild eines Linksschenkelblockes.

Zwei Männer aus der Altersklasse I und II hatten eine WPW-Elektrokardiogramm.

Die ESCHENLOHER elektrokardiographischen Befunde lassen in Bezug auf die intraventrikulären Leitungsstörungen im Stich, da die Beobachtung im Kardioskop für die Beurteilung von Leitungsstörungen unzureichend ist.

2. Auffälligkeiten im Belastungs-Ekg

a) ascendierende ST-Senkungen

Bei der Untersuchung in ESCHENLOHE konnten ascendierende ST-Senkungen bei 7 Teilnehmern (8,2 %) beobachtet werden, 2 in der Altersklasse I, 3 in der Altersklasse II und 2 in der Altersklasse III. Anlässlich unserer Nachuntersuchung wurden bei 12 Teilnehmern (11,7 %) ascendierende ST-Senkungen, deren Junktion 0,1 bis 0,2 mV unter dem PQ-Niveau lag, beobachtet; diesmal gehörten 2 zur Altersklasse I, 7

zur Altersklasse II und 3 zur Altersklasse III.

b) horizontale ST-Senkungen

Horizontale ST-Senkungen von 0,1 mV traten bei 5 Nachuntersuchten (4,9 %) auf, bei je 2 der Altersklasse I und II und bei 1 der Altersklasse III. ST-Senkungen gleichen Ausmaßes mit Abflachung der T-Welle wurden bei 4 Nachuntersuchten (3,9 %) beobachtet, bei je 1 der Altersklasse I und III und bei 2 der Altersklasse II.

Bei insgesamt 4 (3,9 %) zeigte sich eine horizontale ST-Senkung von 0,2 mV, bei 1 der Altersklasse II und bei 3 der Altersklasse III.

Anläßlich der Untersuchung in ESCHENLOHE wurden ST-Senkungen von 0,1 bis 0,2 mV mit gleichzeitiger T-Abflachung bei 7 Teilnehmern (8,2 %) wahrgenommen, bei 6 der Altersklasse II und bei 1 der Altersklasse III. Insgesamt traten bei 13 Nachuntersuchten ischämische ST- und T-Veränderungen auf, während in ESCHENLOHE nur 7 derartige Fälle beobachtet wurden. Davon hatten lediglich 5 der Nachuntersuchten in ESCHENLOHE bereits entsprechend ischämische Veränderungen im Ekg erkennen lassen, bei den übrigen 8 Männern waren diese bei der Nachuntersuchung erstmals entdeckt worden. Bei 2 Nachuntersuchten konnten die in ESCHENLOHE festgestellten ischämischen ST-Veränderungen nicht mehr verifiziert werden. Alle Nachuntersuchten waren während der Belastung mit 100 Watt frei von pectanginösen Beschwerden.

c) Extrasystolen während Belastung

Bei der Nachuntersuchung traten bei einem 40jährigen in der 6. und 8. Belastungsminute jeweils eine und in der 9. Belastungsminute zwei supraventrikuläre Extrasystolen auf.

Die ESCHENLOHER Befunde lassen diese Beobachtungen vermissen. Dort waren aber bei 5 Untersuchten ventrikuläre Extrasystolen beschrieben worden, bei je 1 der Altersklasse I und II und bei 3 der Altersklasse III.

Wir haben bei 4 Nachuntersuchten ventrikuläre Extrasystolen beobachtet, sie waren zwischen der 5. bis 10. Belastungsminute aufgetreten, und zwar bei 3 der Altersklasse II und bei 1 der Altersklasse III.

Von den 4 Nachuntersuchten mit ventrikulären Extrasystolen hatte nur einer in ESCHENLOHE bereits einen entsprechenden Befund geboten. Besonders bemerkenswert ist jedoch die Tatsache, daß 3 dieser 4 Nachuntersuchten mit ventrikulärer Extrasystolie gleichzeitig ischämische ST-Veränderungen aufwiesen.

3. Elektrokardiographische Auffälligkeiten während der Erholungsphase

Es konnte lediglich die Rückbildung der unter Belastung aufgetretenen ischämischen ST-Senkungen während der ersten 2 Erholungsminuten beobachtet werden; bei einem einzigen Untersuchten trat eine Kammer-Extrasystole auf, und zwar

in der 4. Minute nach der Belastung. Eine etwa gleichzeitig bestehende ST-Senkung war bei ihm nicht objektivierbar.

E. Epidemiologische Erhebungen und vergleichende Untersuchungen anhand der Ergebnisse des 100 Watt-Testes

a. Die soziologische Struktur des untersuchten Kollektivs von 103 Betriebsangehörigen eines großen Industrieunternehmens wird durch die folgenden Zahlen verdeutlicht: 27 Männer gehörten als leitende Diplomingenieure dem Führungsstab innerhalb des Betriebes an. Den Mittelbau des produktions- und verwaltungstechnischen Apparates repräsentierten 66 graduierte Ingenieure und kaufmännisch-technische Angestellte. Handwerks- und Industriemeister, Facharbeiter und ungelernte Arbeiter waren insgesamt mit 10 ehemaligen Kurteilnehmern vertreten.

b. Um das Ausmaß an körperlicher Aktivität abschätzen zu können, das von den Männern nach der Kur in ESCHENLOHE jetzt im Alltag erbracht wird, wurden alle 103 ehemaligen Kurteilnehmer bei unserer Nachuntersuchung anhand eines computergerechten Fragebogens über Art und Dauer ihrer etwaigen sportlichen Betätigung befragt. Die Ergebnisse zeigen, daß 30 Männer (29,1 %) überhaupt keinen sportlichen Ausgleich auch nicht in Form leichter gymnastischer Übungen, gesucht hatten. An diesem

Kollektiv der Nichtsporttreibenden hatte die Altersklasse I 23,3 %, die Altersklasse II mit 29,3 %, die Altersklasse III aber mit 40 % Anteil. 48 Männer (46,7 %) gaben an, sich gelegentlich sportlich zu betätigen, während 25 (24,2 %) der Untersuchten sich als regelmäßig Sporttreibende bezeichneten. Von diesen wiederum trieben nur 20 Männer 2 Stunden und mehr Sport in der Woche. Unter den regelmäßig Sporttreibenden waren Ingenieure und Angestellte zu 68 %, Diplomingenieure zu 28 % und die Facharbeiter zu 4 % vertreten.

Von den körperlich Aktiven wurden folgende Sportarten, aufgezählt in der Reihenfolge der Beliebtheit, am meisten betrieben: Schwimmen, Gymnastik, Tennis, Skisport, Fußball, Handball, Leichtathletik und Langstreckenlauf.

In dem Gesamtkollektiv der regelmäßig Sporttreibenden befand sich kein Leistungssportler; alle hatten Sport nur zum körperlichen Ausgleich betrieben.

1. Vergleichende Untersuchungen an Nichtsporttreibenden und gelegentlich und regelmäßig Sporttreibenden (vgl. Abb. 12 und Tab. 2)

Uns interessierte die Frage, ob sich bei einem Vergleich der Gesamtkollektive aus Nichtsporttreibenden ($n = 30$) und gelegentlich und regelmäßig Sporttreibenden ($n = 73$) auch ein Leistungsunterschied anhand der Herzfrequenzmittelwerte aus dem 100 Watt-Test der Nachuntersuchung ermitteln ließe.

Die gewonnenen Ergebnisse zeigten, daß alle Mittelwerte der Herzfrequenz bei dem Gesamtkollektiv aus gelegentlich und regelmäßig Ausgleichssport betreibenden Männern generell niedriger lagen. Eine statistisch gesicherte Differenz der Mittelwerte ließ sich von der 4. Belastungsminute bis zur 6. Minute der Erholungsphase nachweisen ($p = 0,05$ und $p = 0,02$). Wie sich aus Abb. 12 ersehen läßt, lag der Mittelwert der Ruhepulsfrequenz nur um 3 Herzschläge/min niedriger, die Werte in der 10. Belastungsminute aber um 8/min und in der 6. Minute nach Belastung um 6/min.

2. Vergleichende Untersuchungen zwischen Nichtsporttreibenden und regelmäßig Sporttreibenden (vgl. Abb. 13 und Tab. 3)

Es wurden wiederum die Mittelwerte der Herzfrequenz während der Ruhe, während der Belastung mit 100 Watt im Sitzen und während der Erholung als Beurteilungskriterien der momentanen Leistungsfähigkeit zugrundegelegt. Das Kollektiv der nicht Ausgleichssport betreibenden Männer ($n = 30$) war mit der oben vorgenommenen Untersuchung (Abb. 12) identisch, wogegen das Kollektiv der regelmäßig Sporttreibenden nur aus 20 Männern bestand, von denen auf Grund des Fragebogens bekannt war, daß sie sich in ihrer Freizeit mindestens 2 Stunden in der Woche körperlich aktiv betätigten. Der Vergleich der in Abb. 13 dargestellten Herzfrequenzprofile macht bereits anschaulich, daß die Differenz der Mittelwerte der Herzfrequenz sich gegenüber den Vergleichskollektiven der Abb. 12 weiter-

hin vergrößert hat. Alle Mittelwerte lagen bei den sporttreibenden Männern deutlich niedriger, die Mittelwerte der Herzfrequenz in Ruhe um 5/min, von der 4. bis 10. Belastungsminute um 10 bis 13/min. Signifikante Unterschiede fanden sich zur 4. Belastungsminute ($p = 0,05$), zur 6. und 10. Belastungsminute ($p = 0,02$ und $p = 0,01$) und 30 Sekunden nach Belastungsende ($p = 0,01$). Der Rückgang der Herzfrequenz nach Belastung erfolgt bei den sporttreibenden Männern rascher (steiler abfallender Kurvenverlauf des Frequenzprofils).

Aufschlußreich erschien auch der Vergleich zwischen den Mittelwerten der Herzfrequenz, die bei ein und demselben Kollektiv (Nichtsporttreibende - regelmäßig Sporttreibende) in ESCHENLOHE, also gegen Ende der damaligen Kreislauftrainingskur, und bei der Nachuntersuchung, im Einzelfall also 1 bis 3 Jahre später, ermittelt worden waren. Es zeigte sich, daß alle bei der Nachuntersuchung ermittelten Werte bei den Nichtsporttreibenden gegenüber den in ESCHENLOHE gewonnenen Werten hochsignifikant höher waren (ESCHENLOHE-Nachuntersuchung, bei allen Werten $p = 0,001$). Derselbe Vergleich bei den regelmäßig Sporttreibenden zeigte bis zur 2. Minute nach Belastung keinen signifikanten Unterschied zwischen den Mittelwerten der Herzfrequenz, die in ESCHENLOHE und anlässlich unserer Nachuntersuchung gefunden worden waren. Erst in der 2. bis 6. Minute der Erholungsphase war auch bei ihnen eine statistisch signifikante Erhöhung gegenüber den ESCHENLOHER Ergebnissen nachweisbar ($p = 0,005$ und $p = 0,001$).

3. Vergleichende Untersuchungen zwischen Nichtsporttreibenden und regelmäßig Sporttreibenden der Altersklasse II
(vgl. Abb. 14 und Tab. 3)

Zwei Kollektive der Altersklasse II, nämlich Nichtsporttreibende ($n = 17$) und regelmäßig etwa 3 Stunden je Woche Sporttreibende ($n = 11$), wurden auf ihre Leistungsfähigkeit im 100 Watt-Test (sitzend) hin verglichen. Die Abb. 14 zeigt anschaulich, daß alle Mittelwerte der Herzfrequenz bei den körperlich Aktiven deutlich niedriger liegen als bei den gleichaltrigen Inaktiven: Bereits der Mittelwert der Ruheherzfrequenzen (im Sitzen auf dem Fahrradergometer) beträgt 7 Herzschläge/min weniger als bei den Nichtsporttreibenden. Während der Belastung haben die Nichtsporttreibenden von der 4. bis zur 10. Belastungsminute eine mit 16 bis 19 Herzschlägen/min weit höhere Herzfrequenz. Die Differenzen der genannten Werte sind in der 4. bis 6. Belastungsminute mit $p = 0,005$, in der 10. Belastungsminute mit $p = 0,001$ und 30 Sekunden nach Belastungsende mit $p = 0,01$ statistisch gesichert.

Der Vergleich der in ESCHENLOHE registrierten Werte mit den bei der Nachuntersuchung ermittelten Werten zeigt bei den Nichtsporttreibenden eine hochsignifikante Erhöhung aller Mittelwerte bei der Nachuntersuchung ($p = 0,005$ und $p = 0,001$); die regelmäßig Sporttreibenden hatten eine signifikante Erhöhung der Herzfrequenz bei der Nachuntersuchung, allerdings erst ab der 2. Minute nach der Belastung ($p = 0,05$).

4. Vergleich der auffälligen Elektrokardiogramme bei Nichtsporttreibenden und regelmäßig Sporttreibenden

Es wurden die Befunde im Belastungs-Ekg bei der Nachuntersuchung (100 Watt im Sitzen) der beiden Kollektive miteinander verglichen:

Bei den regelmäßig Sporttreibenden ($n = 25$, Durchschnittsalter 42,9 Jahre) wurden ascendierende ST-Senkungen bei 2 Nachuntersuchten (16,6 % aller Untersuchten) und sogenannte ischämische ST-Senkungen 0,1 mV nur bei einem einzigen Nachuntersuchten (20 %) gefunden, während das Vergleichskollektiv der körperlich Inaktiven ($n = 30$, Durchschnittsalter 45,3 Jahre) bei 4 ascendierende ST-Senkungen (33,2 %) bei 3 (60 %) horizontale ST-Senkungen (0,1 mV) und bei einem (25 %) eine ischämische ST-Senkung mit gleichzeitiger T-Abflachung aufwies.

Zudem waren in der Gruppe der Nichtsporttreibenden 2 (66,6 %) mit AV-Leitungsstörungen 1. Grades, in der Gruppe der Ausgleichssport betreibenden Vergleichsgruppe hatte niemand diesen Befund.

Bei den in ihrer Freizeit sportlich aktiven Männern fanden sich 9 mit einer Rechtsverspätung der Erregung, in der Vergleichsgruppe nur 4 (39,1 bzw. 17,3 %). Die "Rechtsverspätung" gilt als ein Zeichen des sogenannten "Sportherzens" (vgl. bei J. SCHMIDT).

Überdies fanden sich nur in der Gruppe der sportlich Inaktiven die im Gesamtkollektiv ($n = 103$) aufgefallenen 2 mit einer

Linksverspätung der Erregung und mit einem Rechtsschenkel-blockbild (50 %) und auch 2 (50 %) mit ventrikulären Extrasystolen.

Diskussion der Ergebnisse

Es war die Absicht, durch einen Vergleich der Ergebnisse eines 100 Watt-Testes am Ende einer Kreislauftrainingskur (ESCHENLOHE) und anlässlich einer Nachuntersuchung (Medizinische Universitäts Poliklinik ERLANGEN).

- 1) Retrospektiv zu einer Beurteilung darüber zu gelangen, ob die Kreislauftrainingskur eine (anhand der Herzfrequenzmessung in Ruhe, während Belastung und Erholung) objektivierbare Steigerung der Leistungsfähigkeit bewirken konnte,
- 2) katamnestisch die Auswirkung körperlicher Inaktivität und sportlicher Betätigung in der Freizeit nach der Kur auf das physische Leistungsvermögen in Erfahrung zu bringen,
- 3) in einer Synopsis von Leistungstest und telemetrischen Untersuchungen während sportlicher Betätigung zu einem Urteil über Größe und Art der Leistungssteigerung und die präventivmedizinische Bedeutung der Kreislaufkur und sportlicher Betätigung im allgemeinen zu kommen.

Zunächst muß jedoch die rein methodische Frage Beantwortung finden, ob der Vergleich der in verschiedenen Körperpositionen und Trittfrequenzen durchgeführten Ergometerteste

überhaupt sinnvoll ist.

Zu diesem Problemkreis hat MELLEROWICZ (49) bereits grundlegende Versuche an 36 untrainierten Personen (20 bis 40 Jahre) bei 100 Watt Belastung durchgeführt. Es stellte sich dabei heraus, daß die mittleren Herzfrequenzen im Sitzen regelmäßig höher lagen als die in gleicher Belastungshöhe ergometrisch ermittelten Werte im Liegen. Ein statistisch gesicherter Unterschied der beiden Meßreihen konnte jedoch nicht gefunden werden. Andere Autoren (63) sind der Ansicht, daß bei submaximaler Belastung kein Unterschied in der Herzfrequenz und der O_2 -Aufnahme bei Trete- kurbelarbeit im Sitzen gegenüber einer solchen im Liegen besteht.

Der Einfluß einer verschiedenen Tretfrequenz bei gleicher Belastungsgröße auf das Verhalten der Herzfrequenz ist des öfteren schon geprüft worden. Nach den Untersuchungen von ISRAEL (30) lagen die Mittelwerte der Herzfrequenz während 30 Umdrehungen/min (100 Watt) bei 119 n/min, während 50 U/min bei 116 n/min und während 70 Umdrehungen/min bei 123 n/min. Werden diese Zahlenwerte als Maßstab für die Herzfrequenzunterschiede bei unseren Untersuchungen, mit Umdrehungszahlen von 40 Umdrehungen/min (ESCHENLOHE) und 55 Umdrehungen/min (Nachuntersuchung), zugrundegelegt, dann ergeben sich praktisch keine feststellbaren Differenzen. ECKERMANN und MILLAHN (52) und ebenso SCHMIDT (72) fanden, daß der O_2 -Verbrauch und die Herzfrequenz auf

Belastungsstufen von 100 bis 150 Watt zwischen 40 und 60 Umdrehungen/min am kleinsten sind. Die vergleichende Untersuchung der beiden Ergometerteste (sitzend - liegend) zur Abschätzung der aktuellen Leistungsfähigkeit gegen Ende der Kreislauftrainingskur und im Einzelfalle 1 bis 3 Jahre danach, dürfte somit als zulässig erachtet werden, zumal überdies Ergebnisse neuerer Untersuchungen an unserer Klinik ebenfalls dafür sprechen.

Der Vergleich der mittleren Herzfrequenz (in Ruhe liegend, ESCHENLOHE-Nachuntersuchung) erbringt mit 3 n/min keinen signifikanten Unterschied. Dagegen ist der Ruhewert der Herzfrequenz (im Sitzen auf dem Fahrradergometer) unmittelbar vor Belastungsbeginn mit 13,5 n/min hochsignifikant gegenüber dem ESCHENLOHER Vergleichswert im Liegen erhöht. Dieses Ergebnis dürfte auch auf orthostatische Einflüsse auf die Hämodynamik mit Verminderung des Schlagvolumens im Sitzen und damit einhergehender regulatorischer Herzfrequenzerhöhung zur Aufrechterhaltung des Herzminutenvolumens zurückzuführen sein (23, 37). Die allgemeine emotionale Erregung der Probanden ist aber sicher mit einer nicht unbedeutenden Komponente in diesen Ruhewert eingegangen (9, 14, 32, 82). Zwar waren die Probanden über die Art und die Durchführung des Leistungstestes aus Erfahrung

(ESCHENLOHE) in der Mehrzahl informiert, so daß in dieser Hinsicht eher ein psychischer Konditionierungseffekt angenommen werden durfte, jedoch wurde dieser durch die völlig neue Umgebung bei der Nachuntersuchung (Untersucher, Apparaturen) und den sogenannten "Vorstartzustand" emotional sicher überspielt.

Aus einer neueren noch unveröffentlichten Untersuchung unserer Klinik (60), die an einem Kollektiv von 56 Männern (32 bis 58 Jahre) in ESCHENLOHE unmittelbar vor und nach der Kreislauftrainingskur auf dem Fahrradergometer (100 Watt sitzend) vorgenommen wurde, geht eindeutig hervor, daß auch hier (beide Untersuchungen am gleichen Ort und unter gleichen Bedingungen) mit einer Differenz von nur 3 n/min keine signifikante Senkung der Ruheherzfrequenz zu objektivieren war. Gleichlautende Untersuchungsergebnisse erbringt auch eine Arbeit von BLOHMKE, STELZER und STUMPF (6), in der die Testergebnisse (Fahrradergometer) von 91 Männern (30 bis 40 Jahre) vor und nach einer 4wöchigen Trainingskur mit völlig analogem Übungsaufbau wie bei unserer Kur verglichen werden. Auch hier konnte keine sonderliche Senkung der Ruheherzfrequenz nach der aktiven Übungsbehandlung festgestellt werden.

Demnach konnte eine deutliche Senkung der Herzfrequenz in Ruhe, die als das Charakteristikum einer trainingsbedingten vegetativen Umstellung gilt (36, 65), durch die Kreislauf-

trainingskur in ESCHENLOHE und die "aktive Übungsbehandlung" offensichtlich nicht bewirkt werden, oder sie ist nicht nachweisbar, weil die Ruheherzfrequenz von derartig vielen physiologischen und psychologischen Variablen (Stoffwechselvorgänge, Ernährungszustand, Körperstellung, Körpertemperatur, Umgebungstemperatur, Alter, Körpergröße, emotionale Erregung) abhängig ist (14).

Aussagekräftiger ist dagegen der Ergometertest, da durch die physische Belastung psychische Einflüsse auf die Herzfrequenz weitgehend reduziert werden (6). Die Höhe der Herzfrequenz während des Arbeitsversuches im submaximalen Belastungsbereich gilt als zuverlässiger und bei Reihenuntersuchungen als besonders praktikabler Parameter mit genügend hoher Aussagekraft über das körperliche Leistungsvermögen des jeweiligen Untersuchten (7, 75, 86). Auch aus dem Verhalten der Herzfrequenz in der Erholungsphase, besonders in der Phase der raschen Erholung 15 bis 30 Sekunden nach Belastungsende, kann nach MILLAHN und HELKE (53) auf die Leistungsfähigkeit und den Trainingsgrad geschlossen werden. Im Folgenden werden nur diese gesicherten Kriterien für die Beurteilung der körperlichen Leistungsfähigkeit unserer Untersuchten zugrunde gelegt.

Die in Tabelle 1 aufgeführten Zahlenwerte und ihre graphische Darstellung in Abbildung 11 lassen den hochsignifi-

kanten Unterschied ($p = 0,0001$) aller Mittelwerte der Herzfrequenz während Belastungs- und Erholungsphase zwischen den beiden Untersuchungen am Gesamtkollektiv (ESCHENLOHE-Nachuntersuchung) deutlich erkennen. Die mittleren Werte der Herzfrequenz (ESCHENLOHE) liegen demnach um 9,5 bis 13,2 n/min während Belastung und 12,4 bis 19,7 n/min in der Erholungsphase niedriger als die bei unserer Nachuntersuchung beobachteten. Auch die den jeweiligen Mittelwerten zugeordneten Standardabweichungen, als Maß für die Streubreite der Einzelwerte, liegen in ihrem Zahlenwert merklich tiefer.

BLOHMKE (6), DREWS (17) und HALHUBER (19) berichten in ihren unter ganz ähnlichen Voraussetzungen gewonnenen Untersuchungsergebnissen gleichfalls von einer signifikanten Senkung der mittleren Werte der Herzfrequenz (Gesamtkollektive) während der Belastung auf dem Fahrradergometer und in der Erholungsphase nach 4 Wochen aktiver Bewegungstherapie. DREWS konnte an einem Kollektiv von 450 normotonen Männern (20 bis 59 Jahre) eine trainingsbedingte Abnahme der Leistungsherzschlagzahl von 5 bis 15 % feststellen, BLOHMKE von 6 bis 9 n/min, was der Größenordnung nach mit den von uns gefundenen Zahlenwerten bei obigem Vergleich (Gesamtkollektiv ESCHENLOHE-Nachuntersuchung) gut übereinstimmt.

Da auch aus der bereits oben erwähnten neueren Untersuchung unserer Klinik (60) eine signifikante bis hochsignifikante

Senkung der Leistungsherzfrequenzen um 6 bis 11 n/min und der Erholungsherzfrequenzen um 11 bis 14 n/min nach einer Kreislauftrainingskur klar hervorgeht, darf wohl die anlässlich unserer Nachuntersuchung, trotz abweichender Körperposition, beobachtete hochsignifikante Erhöhung aller Werte der Herzfrequenz im Gesamtkollektiv mit Fug und Recht als ein Rückgang der physischen Leistungsfähigkeit nach Kurende interpretiert werden. Das bedeutet aber nichts anderes, als daß die ehemaligen Kurteilnehmer in ESCHENLOHE ihre durch die aktive Bewegungstherapie erworbene höhere Leistungsfähigkeit in den folgenden 1 bis 3 Jahren wieder verloren haben.

Während sich jedoch in der Altersgruppe I und II die mittlere Herzfrequenz in der Ergostase (50) bei unserer Nachuntersuchung nur um durchschnittlich 9,5 n/min gegenüber der in ESCHENLOHE festgestellten erhöht hatte, stieg sie in der Altersklasse III (50 bis 60jährige) durchschnittlich um 16,0 n/min an. Der generelle Leistungsrückgang dürfte somit in der Altersklasse III bei weitem am größten sein, denn auch das Verhalten der mittleren Herzschlagfrequenz in der Erholungsphase zeigt mit 20,2 n/min im Durchschnitt gegenüber nur 15,7 n/min der Altersklasse I und II eine deutliche Erhöhung an.

Wie die Befragung der Probanden mit Hilfe computergerechter Bögen ergab, gehörten 40 % aller nach Kurende nicht mehr körperlich aktiven Männer bemerkenswerterweise der Alters-

klasse III an. In diesem Zusammenhang war es höchst interessant zu erfahren, wie es um die augenblickliche Leistungsfähigkeit der nach Kurende sportlich Inaktiven im Vergleich zu den körperlich Aktiven bestellt war. Da die Gruppe der Nichtsporttreibenden ($n = 30$) nach der Trainingskur in ESCHENLOHE keinerlei Sport, nicht einmal in Form gymnastischer Übungen, getrieben hatte, war es nicht verwunderlich, daß ihre mittleren Leistungs- und Erholungsherzfrequenzen regelmäßig gegenüber denen der Ausgleichssport betreibenden Kollektive höher lagen und ab der 4. Belastungsminute bis 30" nach Belastungsende oder bis zur 6. Erholungsminute hin signifikant erhöht waren (vgl. Abb. 12, 13 und 14).

Bei den sporttreibenden Männern ließ sich eine direkte Beziehung zwischen der Regelmäßigkeit und Dauer (in Stunden je Woche) ihrer sportlichen Betätigung in der Freizeit und der Höhe der Herzfrequenz (in Ruhe, während Belastung und Erholung) insofern nachweisen, als die mittlere Herzfrequenz umso tiefer lag, je regelmäßiger und je länger sich die Probanden einem körperlichen Training unterzogen hatten. So lag die mittlere Herzfrequenz des Kollektives aus gelegentlich und regelmäßig Sporttreibenden ($n = 48$ und $n = 25$) in Ruhe nur um 3,2 n/min, unter Belastung im relativen steady state um durchschnittlich 7,4 n/min und in der Erholungsphase um 7,2 n/min tiefer als bei der nichtsporttreibenden Vergleichsgruppe (vgl. Abb. 12 und Tab. 2). Bei den regel-

mäßig 3 Stunden/Woche körperlich aktiven Männer der Altersklasse II (n = 11) findet sich bereits in Ruhe eine deutliche Senkung der Herzfrequenz um 7,4 n/min, von durchschnittlich 17,3 n/min während Belastung im steady state und um 10,5 n/min in der Erholungsphase (vgl. Abb. 14 und Tab. 3).

Weiterhin erbrachte der Vergleich der Mittelwerte der Herzfrequenz (ESCHENLOHE Nachuntersuchung) bei den Nicht-sporttreibenden (n = 30, Altersklasse II n = 17) eine hochsignifikante Erhöhung aller Herzfrequenzmittelwerte der Nachuntersuchung gegenüber der ESCHENLOHER Untersuchung, während bei den Sporttreibenden (n = 20, Altersklasse II n = 11) eine signifikante Erhöhung der Werte der Nachuntersuchung erst ab der 2. Erholungsminute gefunden werden konnte (vgl. Tab. 5 und 6).

Der aus Abb. 13 und 14 ersichtliche steilere Abfall der Herzfrequenz in der Erholungsphase bei den regelmäßig Sporttreibenden spricht ebenfalls für eine höhere Leistungsfähigkeit ihres Herz- und Kreislaufsystems (53). Es kann damit als erwiesen gelten, daß bei den Männern die nach Kurende keinen körperlichen Ausgleich in Form sportlicher Übungen mehr gesucht hatten, die anhand der Herzfrequenzmessung objektivierbare physische Leistungsfähigkeit sich

signifikant verschlechtert hatte, wohingegen es den sportlich aktiven Männern durch ein regelmäßig fortgeführtes körperliches Training gelungen war, ihr körperliches Leistungsvermögen weitgehend aufrechtzuerhalten.

Diese Untersuchungsergebnisse stimmen mit denen von SCHWALB (78), an einem Kollektiv von 246 männlichen Angehörigen (40 bis 50 Jahre) eines Betriebes gefundenen, gut überein. Er fand zwischen Nichtsportlern und sportlich aktiven Männern zwar nur eine um 3,8 n/min (66,4 bis 70,2 n/min im Liegen) erniedrigte Ruheherzfrequenz bei den Sportlern, aber die generelle Erniedrigung der mittleren Herzfrequenzwerte war auch während der körperrgewichtsäquivalenten Ergometerbelastung (im Liegen) signifikant bis hochsignifikant zu sichern. Es ließ sich demnach auch in dieser Untersuchungsreihe bei Männern im 5. Lebensjahrzehnt eine deutliche Beziehung zwischen dem Ausmaß an körperlicher Aktivität in der Freizeit und einer besseren Arbeitsökonomie des Kreislaufs während der Belastung im Testversuch nachweisen.

Da das unter individuell dosierter oder standardisierter Belastung registrierte Elektrokardiogramm für die Entdeckung latenter kardiovaskulärer Erkrankungen bei kritischer Beurteilung hervorragende Dienste zu leisten vermag (7, 21, 33, 35, 37, 41), haben wir auf diese Untersuchungsmethode im Rahmen präventivmedizinischer Fragestellungen nicht verzichten können. Der exakte Vergleich der Befunde im Be-

lastungs-Ekg war indessen dadurch erschwert, daß uns von der ESCHENLOHER Untersuchung lediglich die schriftlich fixierten Befundberichte vorlagen, die von dem dortigen Ärzteteam nach dem jeweiligen Ekg-Kurvenverlauf auf dem Sichtgerät (Kardioskop) verfaßt worden waren. Es kann sich demnach im folgenden, soweit es den Vergleich beider Belastungs-Ekg betrifft (ESCHENLOHE-Nachuntersuchung), nur um eine Bestandsaufnahme handeln, mit der Intention, Tendenzen in der Entwicklung ischämischer ST-Veränderungen aufzuzeigen.

So haben die aszendierenden ST-Senkungen, die frequenzbedingt sind (41) und bei einem Großteil herz- und kreislaufgesunder Personen beobachtet werden (48), im Gesamtkollektiv von 8,2 % auf 11,6 % zugenommen. Sie sind als noch physiologische Belastungsreaktion anzusprechen und haben keine ungünstige Prognose. Anders verhält es sich dagegen mit den horizontalen ST-Senkungen, die von 8,2 % auf 12,6 % angestiegen waren. In der von uns beobachteten Größenordnung von 0,1 bis 0,2 mV mit und ohne Abflachung der T-Welle können diese ST-Senkungen durchaus als Kriterien für eine Koronargefäßerkrankung gelten (21, 33, 35, 41, 62). SIMONSON (81) konnte bei gesunden Personen niemals Senkungen des ST-Segmentes beobachten, selbst bei maximaler Belastung nicht. Nach den Untersuchungen von MATZDORFF (47) an 530 herzkranken und im Vergleich dazu 70 herzgesunden Probanden mit dem HOLTER-Avionics-Langzeit-Ekg konnten unter der Belastung des Alltags

und bei Fahrradergometerbelastung bis auf wenige Ausnahmen nur bei den herzkranken Personen ST-Senkungen von 0,1 mV gesehen werden.

Interessant war es ferner festzustellen, daß 76,9 % aller ischämischen ST-Veränderungen sich zu gleichen Anteilen in der Altersklasse II und III fanden, wobei jedoch 3 von 4 Untersuchten mit ausgeprägt horizontaler ST-Senkung (von 0,2 mV) allein in der Altersklasse III lokalisiert waren. Dies spricht eindeutig für eine Häufung von ischämischen ST-Veränderungen in den höheren Altersgruppen, eine Tatsache, die auch von anderen Autoren bestätigt wird (5, 15, 43, 56, 58, 70, 79). Als auffällig muß weiterhin der relativ hohe Prozentsatz von ischämischen ST-Senkungen in der Altersklasse I gewertet werden, der sich auf 10 % beläuft. Das gilt besonders vor dem Hintergrund der Untersuchungen von MATTINGLY (46), in denen er den Beweis erbringt, daß deutliche ST-Senkungen nur dann auftraten, wenn bereits eine fortgeschrittene, generalisierte, okklusive Koronarsklerose bestanden hatte. Die Untersuchungen von BLOHMKE (5) an 170 Teilnehmern einer 4wöchigen Trainingskur oder eines Urlaubaufenthaltes im Mittelgebirge (Durchschnittsalter zwischen 30 bis 40 Jahre) zeigen ebenfalls hohe Prozentsätze an ST-Senkungen (von 0,1 mV) in diesem Kollektiv. Bereits in Ruhe konnten ischämische Reaktionen in

5,3 % und in der 2. Minute nach Belastung in 26,5 % beobachtet werden; dabei zeigte sich keine Beziehung zwischen ST-Senkungen und subjektiven Herzbeschwerden (BLOHMKE). Wir fanden in Ruhe keine ST-Senkungen bei unseren Untersuchten, auch wurden von keinem subjektive Symptome in Form pekt-anginöser Beschwerden angegeben.

Aufschlußreich ist weiterhin die vergleichende Betrachtung der Befunde im Belastungs-Ekg bei den nichtsporttreibenden Männern und den sportlich Aktiven. Als besonders auffällig muß die Tatsache gewertet werden, daß im Kollektiv der körperlich aktiven Männer ischämische ST-Veränderungen bei nur 4 % (1 Untersuchter, n = 25) beobachtet wurden, im Kollektiv der Nichtsporttreibenden aber bei 13,3 %. Darüberhinaus fanden sich in dem Kollektiv der Nichtsporttreibenden noch weitere Ekg-Veränderungen in relativ hoher Zahl vor, die als verdächtig im Sinne einer organischen Schädigung des Herzens gelten können. Es sind dies: 2 mit einem AV-Block 1. Grades, der während Belastung keine Änderung zeigte, einer mit einem Rechtsschenkelblock, 2 mit einer Linksverspätung der Erregung und 2 mit ventrikulären Extrasystolen während Belastung. 61,5 % aller während Belastung registrierten ischämischen Reaktionen konnten jedoch dem Kollektiv der nur gelegentlich Sporttreibenden zugeordnet werden. So liegt die Vermutung nahe, daß sich in diesem

umfangreichen Kollektiv (n = 48) noch eine Reihe von Nichtsportlern verbirgt, die, aus welchen Gründen auch immer, sich zwischen Sporttreibenden und Nichtsporttreibenden eingeordnet sehen wollten. Bei den sportlichen aktiven Männern fällt lediglich die hohe Zahl von Rechtsverspätungskurven auf; sie beläuft sich auf 36 % (9 Fälle, n = 25). Die Rechtsverspätung ist bei Sportlern schon von anderen Autoren beschrieben worden: so fand ROSKAMM in einem Kollektiv von 413 Sportlern in 19 %, ISRAEL in 35 % und SLAPAK in 36 % der Fälle einen unvollständigen Rechtschenkelblock (29, 67, 80). Wie gezeigt wurde, liegt der Rechtsverspätung der Erregung keine pathologische Entwicklung zugrunde (67), sondern sie ist als Ausdruck der regulativen proportional-harmonischen Volumenhypertrophie des Sportlerherzens aufzufassen (74). Ob nun in dem von uns untersuchten Sportlerkollektiv tatsächlich bereits eine trainingsbedingte Volumenhypertrophie des Herzens vorlag, könnte allerdings nur mit Hilfe der röntgenologischen Herzvolumenbestimmung entschieden werden. Das ökonomische Kreislaufverhalten dieses Kollektives, das sich in dem im Testversuch ermittelten Zahlenwerten für die Herzfrequenz widerspiegelt, würde das als möglich erscheinen lassen. So hat SCHWALB (78) in der bereits erwähnten Arbeit bei regelmäßig Ausgleichsport betreibenden Männern (mindestens 2 Stunden/Woche) eine geringe Zunahme des Herzvolumens feststellen können. Bei seinem differenzierten Leistungsver-

gleich von sportlich aktiven Männern fand er zudem heraus, daß die Gruppe der Alpinisten ($n = 22$) am leistungsfähigsten war. Dies unterstreicht die von uns anhand der telemetrischen Untersuchungsergebnisse in ESCHENLOHE gezogenen Schlußfolgerungen hinsichtlich einer effektvolleren Trainingsprogrammgestaltung durch Bergwanderungen.

Die trainingsbedingte Zunahme der Leistungsfähigkeit im submaximalen Belastungsbereich, wie sie in dieser Untersuchung an den Kurteilnehmern in ESCHENLOHE gegen Ende des Kuraufenthaltes objektiviert werden konnte, kann dagegen auf Grund der telemetrischen Untersuchungsergebnisse nicht in einer Vergrößerung des Herzhubraumes begründet sein. Vielmehr kann, einer Drei-Stufen-Einteilung des Trainingseffektes zufolge (66), die 2. Stufe, bei der es zu einer vegetativen Umstimmung im Verein mit einer positiv inotropen Wirkung auf das Herz selbst kommt, als wahrscheinlich erreicht angesehen werden. In neuerer Zeit ist jedoch auch den Trainingseinflüssen auf die Kreislaufperipherie größere Beachtung geschenkt worden (11, 12, 19, 20, 76, 83).

Nach SCHROEDER (76), KNAUF (40) und TREUMANN (83) beruht ein wesentlicher Effekt körperlichen Trainings auf einer besseren lokalen Durchblutungsregelung in der arbeitenden Muskulatur. Dabei geht die Muskeldurchblutung während der

Arbeitsbelastung in eine rein nutritive Form über, indem durch kollaterale Vasokonstriktion die Blutzufuhr in den nicht-nutritiven Shuntgefäßen des Perimysiums drastisch gedrosselt wird und gezielt nur die Gefäße aktiver Muskelzellareale adäquat versorgt werden. Durch ein kontinuierlich fortgesetztes körperliches Training würde die Leistung der für die kollaterale Vasokonstriktion verantwortlichen Regelkreise wesentlich verbessert werden. Eine derartige Adaptation des peripheren Kreislaufs würde bei einer Verdoppelung des Wirkungsgrades der Durchblutung eine Reduzierung des Herzminutenvolumens und damit auch der Herzfrequenz um 25 bis 37,5 % ermöglichen (83). Zudem würde es durch regelmäßige körperliche Aktivität zu einer verbesserten neuralgesteuerten Koordination im Zusammenspiel der tätigen Skelettmuskelgruppen kommen, wodurch ein vollkommenerer Arbeitsrhythmus und daraus resultierend ebenfalls ein größerer Nutzeffekt erzielt werden kann (19, 24).

Das bedeutet, daß durch den beschriebenen Trainingseffekt auf die Kreislaufperipherie eine wesentliche Entlastung des Herzens unter den Belastungen des Alltags denkbar wäre.

Die Diskussion über Bedeutung und Effizienz körperlicher Bewegung und sportlichen Trainings in der Prophylaxe der kardiovaskulären Erkrankungen hält noch an; eine Zusammenstellung des Für und Wider in der Literatur findet sich bei

SCHWALB (77). Um die Diskussion über diese präventivmedizinischen Fragen jedoch auf eine breitere Basis stellen zu können, sind noch viele einschlägige Versuchsreihen an großen Personenkollektiven notwendig. Unsere Untersuchung sollte ein Beitrag dazu sein.

Wie wir an unserem Kollektiv durch vergleichende Untersuchungen der Meßwerte (Herzfrequenz) und Befunde (Ekg) und an ausgewählten Literaturberichten über Untersuchungsergebnisse, die unter ganz ähnlichen Versuchsbedingungen gewonnen worden waren, gezeigt haben, ist eine Steigerung der Leistungsfähigkeit durch körperliche Aktivität im mittleren und höheren Alter während einer sogenannten Kreislauftrainingskur durchaus möglich und durch ein anschließend fortgeführtes sportliches Training auch aufrechtzuerhalten.

Deshalb liegt die Bedeutung der Kreislauftrainingskuren in einer Zeit, in der Bequemlichkeit schon zu einer guten Tugend geworden ist, vornehmlich darin, - und das ist auch eine hervorragende pädagogische Aufgabe, - den Menschen wieder für eine sinnvolle körperliche Aktivität zu gewinnen und ihm Wege in Richtung auf eine effektive Bewegungstherapie aufzuzeigen. Durch diese gelingt es, wie auch HOLLMANN (27) gezeigt hat, eine gute körperliche Leistungsfähigkeit bis in das 7. Lebensjahrzehnt hinein zu erhalten und auch noch im hohen Alter ein lebenswertes Leben zu führen.

Zusammenfassung

Die Arbeit befaßt sich mit der präventivmedizinischen Bedeutung von Kreislauftrainingskuren und nachfolgender sportlicher Betätigung im Alltag.

I. Anhand von Messungen der Herzfrequenz mit Hilfe des telemetrisch übertragenen Ekg sollte zunächst Intensität und Effizienz körperlichen Trainings während der Übungen einer Kreislaufkur in Erfahrung gebracht werden.

Bei 4 Männern im Alter zwischen 30 und 60 Jahren (3 Herzgesunden und 1 Teilnehmer mit ausgeprägter vegetativer Dystonie) wurde auf diese Weise während der Übungen eines Trainingsprogrammes ein Herzfrequenzprofil erstellt, bei 10 anderen zwischen 30 und 60 Jahren während eines weiterführenden sportlichen Trainings nach der Entlassung aus der Kur.

Die Untersuchungen ergaben folgendes:

1. Wanderungen in der Ebene bei normalem Schrittempo (4 km/h) ergaben eine mittlere Herzfrequenz von 104 n/min, rein gymnastische Übungen im Stand mit und ohne Gerät eine mittlere Herzfrequenz von 110 n/min bis 120 n/min; diese Herzfrequenzen stellen keinen adäquaten Trainingsreiz für das Herz- und Kreislaufsystem dar. Sie können allenfalls als Vorstufe des eigentlichen Kreislauftrainings (zum Erreichen einer besseren Beweglichkeit des aktiven und passiven Bewegungsapparates) angesehen werden.

2. Schwimmübungen beliebiger Stilart hatten Herzfrequenzgipfel von 146 n/min bis 160 n/min, ebenso das Laufen. Daher sollte dem Schwimmen und dem Laufen über längere Strecken in Form von Wald- oder Terrainläufen im Übungsprogramm der Kur mehr Zeit gegeben werden.
 3. Die Bergwanderungen haben sich mit Herzfrequenzwerten von über 135 n/min 14 und 16 Minuten lang, bei Herzfrequenzgipfeln von 150 bis 160 n/min, als äußerst kreislaufwirksam erwiesen und sollten daher häufiger vorgenommen werden.
 4. Das Nachtraining hat sich durch den häufigeren Einbau kurzer Laufübungen als effizienter erwiesen als die vergleichbare Gymnastik im Freien während der Kreislauftrainingskur. Die Herzfrequenzgipfel bei den kurzen Laufintervallen lagen zwischen 145 und 196 n/min.
 5. Eine Steigerung der kardialen Leistungsfähigkeit durch balneologische und KNEIPPsche Anwendungen kann nicht erreicht werden. So erreichte z.B. der Herzfrequenzgipfel nach 15minütigem Saunabad bei 90° C 116 bis 140 n/min.
- II. Auf dem Prüfstand wurde durch den Vergleich der Mittelwerte der Herzfrequenz zweier 100 Watt-Teste an 103 Kurteilnehmern (von 30 bis 60 Jahren), eine Beurteilung darüber versucht, ob die Kreislauftrainingskur eine anhand der Herzfrequenz-

messung objektivierbare Steigerung der körperlichen Leistungsfähigkeit bewirken konnte ,

Die Ergebnisse lauten:

1. In Ruhe (liegend) konnte mit einer Differenz von 3 n/min kein signifikanter Unterschied in den Mittelwerten der Herzfrequenz gefunden werden; das heißt: eine deutliche Senkung der Herzfrequenz in Ruhe wurde durch die Kreislauftrainingskur nicht bewirkt.
2. Mit einer Differenz von 9,5 bis 13,2 n/min während der Belastung und mit einer Differenz von 12,4 bis 19,7 n/min in der Erholungsphase war eine hochsignifikante ($p < 0,0001$) Senkung der Leistungs- und Erholungsfrequenz bei Belastung im submaximalen Bereich von 100 Watt, das heißt, eine deutliche Ökonomisierung des Kreislaufs durch die Trainingskur erreicht worden.

III. Nach Einteilung des Gesamtkollektives in 3 Altersklassen und in Kollektive aus Nichtsporttreibenden, gelegentlich und regelmäßig Sporttreibenden finden sich beim Vergleich der Mittelwerte der Herzfrequenz beim 100 Watt-Test am Ende der Kur und einer späteren Nachuntersuchung folgende Ergebnisse:

1. Das Absinken der körperlichen Leistungsfähigkeit nach Kurende war in der Altersklasse III (50 bis 60jährige)

am größten. In dieser Altersklasse fand sich auch eine ausgeprägte Übergewichtigkeit von etwa 10 kg. 40 % der Nichtsporttreibenden waren in dieser Altersklasse.

2. Der Leistungsrückgang nach Kurende war, gemessen an der Belastungsherzfrequenz, bei den Männern, die in der Zwischenzeit (1 bis 3 Jahre) keinerlei Sport betrieben hatten, am größten. Die Differenz der Werte ist statistisch hoch signifikant.
3. Im Kollektiv der regelmäßig Sporttreibenden war es nicht zu einem Leistungsabfall gekommen.
4. Die Leistungsherzfrequenzen der Nichtsporttreibenden sind gegenüber denen der regelmäßig Sporttreibenden signifikant höher.
5. Im Kollektiv der regelmäßig Sporttreibenden liegen die Mittelwerte der Herzfrequenz (in Ruhe, während Belastung und Erholung) umso niedriger, je intensiver sich die Einzelnen dem körperlichen Training gewidmet hatten.

Ischämische Befunde im Belastungs-Ekg fanden sich vor allem (33,3 %) bei den Ältesten.

Im Vergleich zu den Sporttreibenden zeigten sich bei den Nichtsporttreibenden ischämische Belastungs-

reaktionen im Ekg in einer Häufigkeit von 13,3 % und weitere krankheitsverdächtige Befunde (AV-Block 1. Grades, Rechtsschenkelblock, Linksverspätungskurven und ventrikuläre Extrasystolen während der Belastung) in ebenfalls relativ großer Zahl.

Literaturverzeichnis

1. BASSAN, L.:
Radiotelemetrische Funktionsdiagnostik.
Berlin-Jena (VEB Verlag Volk und Gesundheit) 1965, S. 31.
2. BASSAN, L.:
Telemetrische Erfassung der Herzkreislauffunktion (der Herzschlagfrequenz) während der Arbeitsbelastung.
Hygiene und Grenzgebiete 12 (1966), S. 477.
3. BASSAN, L.:
Radiotelemetrische Untersuchungen der Herzfrequenz während des Schwimmens.
Theor. Prax. Körperkultur 16 (1967), S. 635.
4. BAUER, H.-R.:
Ergometrische Untersuchungen vor und nach regelmäßiger Saunaanwendung.
Sportarzt und Sportmedizin 20 (1969), S. 308.
5. BLOHMKE, M., H. SCHAEFER, S. DRESSLER, O. STELZER und H. STUMPF:
Elektrokardiographische Befunde bei arbeitsfähigen Männern in Ruhe, nach Belastung und zu Beginn und am Ende einer Kur bzw. eines Urlaubs.
Arch. Kreislaufforschg. 52 (1966), S. 64.
6. BLOHMKE, M., O. STELZER und H. STUMPF:
Die Wirkung der "aktiven Übungsbehandlung" auf die Herz- und Kreislaufreaktion gesunder Männer in Ruhe und während Belastung.
Z. Kreislaufforschg. 55 (1966), S. 329.
7. BLOHMKE, M.:
Belastungstests des Kreislaufs in Epidemiologie und Präventivmedizin.
Heidelberg (Hüthig-Verlag) 1969, S. 28-31, 77-85.

8. BORN, H.:
Aktive Bewegungstherapie bei Erkrankungen des Herzens
und der Gefäße.
In: VOGLER, P. und C. CORDES: Grundprobleme der neuen
Hämodynamik und therapeutische Konsequenzen.
Leipzig (Edition) 1967, S. 215.
9. BROUHA, L.A.:
Effect of work on the heart.
In: ROSENBAUM, F.F. and E.L. BELKNAP: Work and the heart.
New York (Hoeber inc. Med. Book Dep. Harper Brothers) 1959,
S.
10. BRÜGGEMANN, W. und G. KROPP:
Ergometrische Untersuchungen vor und nach einer hydrothera-
peutischen Anwendung.
In: TEICHMANN, W.: Kurverlaufs- und Kurserfolgsbeurteilung.
Bad Wörishofen (Sanitas Verlag) 1968, S. 53.
11. CAESAR, K. und D. JESCHKE:
Trainingseinflüsse auf die Kreislaufperipherie.
Internist 11 (1970), S. 283.
12. CLAUSEN, J.P., O.A. LARSEN and J. TRAP-JENSEN:
Physical Training in the Management of Coronary Artery
Disease.
Circulation 40 (1969), S. 143.
13. CURETON, T.K.:
The Relative Value of Various Exercise Programs to Protect
Adult Human Subjects from Degenerative Heart Disease.
In: RAAB, W.: Prevention of Ischemic Heart Disease.
Springfield, Illinois (Thomas Books) 1966, S. 321.
14. DILL, D.B.:
Regulation of the Heart Rate.
In: ROSENBAUM, F.F. and E.L. BELKNAP: Work and the
Heart.
New York (Hoeber inc. Med. Book Dep. Harper Broth.) 1959,
S. 60.

15. DOAN, A., D. PETERSON, J. BLACKMON and R. BRUCE:
Myocardial ischemia after maximal exercise in healthy men.
Amer.Heart J. 69 (1965), S. 11.
16. DREWS, A. und E. FRITZKE:
Training und körperliche Leistungsfähigkeit älterer Menschen.
Münch. Med. Wschr. 108 (1966), S. 189.
17. DREWS, A.:
Ergometrische Längsschnittuntersuchungen über die Herz-
und Kreislaufanpassung.
In: TEICHMANN, W.: Kurverlaufs- und Kurerfolgsbeurteilung.
Bad Wörishofen (Sanitas-Verlag) 1968, S. 53.
18. GOTTHEINER, V.:
Strenuous Sports as Treatment for Degenerative Heart
Disease.
In: RAAB, W.: Prevention of Ischemic Heart Disease.
Springfield, Illinois (Thomas Books) 1966, S. 338.
19. HALHUBER, M.J., K. INAMA, W. SCHOLING und K. SILLER:
Verlaufsbeobachtungen an Hochdruckkranken durch 9 Monate
vor, während und nach einer Klima-Terrainkur (vorläufige
Mitteilung).
In: TEICHMANN, W.: Kurverlaufs- und Kurerfolgsbeurteilung.
Bad Wörishofen (Sanitas Verlag) 1968, S. 120.
20. HAUCH, H.J., T. STEPHAN und M. NITSCHKE:
Die Wirkung dosierten Trainings am Ergometer auf das
ventilatorische und zirkulatorische System.
Arch. Kreislaufforschg. 52 (1966), S. 128.
21. HEINECKER, R.:
Über Anwendung, Ausführung und Bewertung des sogenannten
Belastungs-Elektrokardiogramms.
Dtsch.Med.Wschr. 90 (1965), S. 15.

22. HENSSGE, C.:
Telemetrische Untersuchungsmethoden in der Sportmedizin.
Medizin und Sport 9 (1969), S. 131.
23. HERTKE, F.H., H. ABEL und H. HEIDL:
Die Abhängigkeit der Arbeitsfrequenz und Frequenzsteigerung
bei einer submaximalen Ergometerbelastung von Alter und
Gewicht.
Z.angew.Physiol. 24 (1967), S. 320.
24. HOLLMANN, W.:
Der Arbeits- und Trainingseinfluß auf Kreislauf und Atmung.
Darmstadt (Steinkopff-Verlag) 1959, S. 81.
25. HOLLMANN, W. und H. VENRATH:
Die Beeinflussung von Herzgröße, maximaler O₂-Aufnahme und
Ausdauergerrenze durch ein Ausdauertraining mittlerer und
hoher Intensität.
Sportarzt und Sportmedizin 14 (1963), S. 189.
26. HOLLMANN, W. und Ch. FRESE:
Kontinuierliche Herzschlagfrequenzregistrierung beim Dauer-
lauftraining mit männlichen und weiblichen Leistungsleicht-
athleten.
Sportarzt und Sportmedizin 19 (1968), S. 318.
27. HOLLMANN, W. und C. BOUCHARD:
Alter, körperliche Leistung und Training.
Gerontologie 3 (1970), S. 193.
28. IRNICH, W.:
Die biomedizinische Anwendung der Telemetrie.
Dtsch.Med.Wschr. 51 (1969), S. 2649.
29. ISRAEL, S. und S. CHRUSTSCHOW:
Die kardiale Funktionstüchtigkeit bei unvollständigem
Rechtsschenkelblock.
Medizin und Sport 5 (1965), S. 114.

30. ISRAEL, S., H. BRENKE und R. DONATH:
Die Abhängigkeit einiger funktioneller Meßgrößen von der
Trittfrequenz (Umdrehungszahl) bei der Fußkurbelergometrie.
Sportarzt und Sportmedizin 18 (1967), S. 65.
31. IWANOW, S.M.:
Sportärztliche Kontrolle der Heilkörperkultur.
Berlin (VEB-Verlag Volk und Gesundheit) 1968, S.165-171,
192-210.
32. JUNGSMANN, H. und G. KNOOP:
Über die Gewöhnung an Ergometer-Untersuchungen.
Sportarzt und Sportmedizin 17 (1966), S. 287.
33. KALTENBACH, M., R. SCHÄFER und H. KLEPZIG:
Prognostische Bedeutung des Belastungs-Elektrokardiogramms.
Med.Klin. 62 (1967), S. 76.
34. KARVONEN, M.J., E. KENTALA and O. MUSTALA:
The Effects of Training on Heart Rate.
Ann. Med. Exper. Fam. 35 (1957), S. 307.
35. KAST, G. und H. KLEPZIG:
Diagnostik der Koronarinsuffizienz in der Praxis.
Med. Klin. 61 (1966), S. 821.
36. KESSELER, K.:
Die trainingsbedingte vegetative Umstellung.
Sportarzt und Sportmedizin 14 (1963), S. 115.
37. KIRCHHOFF, H.W.:
Praktische Funktionsdiagnostik des Herzens und Kreislaufs.
München (J.A.Barth) 1965, S. 25, 49, 67, 70, 77.

38. KIRCHHOFF, H.W. und P. BECKMANN:
Regulationsstörungen des Herzens und Kreislaufs.
München (J.A. Barth) 1965, S.109-124, 141-154.
39. KIRCHHOFF, H.W. und R.O. AMENDT:
Die Telemetrie in der Arbeits- und Leistungsmedizin unter
besonderer Berücksichtigung der Pulsfrequenzmessung.
Wehrmed. Mschr. 13 (1969), S.66
40. KNAUF, H. und W. SCHROEDER:
Über die Beziehung des pulsierenden Stromvolumens zur
gesamten Muskeldurchblutung und die Beeinflussung durch
Muskeltraining.
Z.Kreislaufforschg. 56 (1967), S. 360.
41. KORTH, C. und J. SCHMIDT:
Klinische Elektrokardiographie
München-Berlin-Wien (Urban & Schwarzenberg) S. 116-122,
198-204.
42. KOSIEK, J.P. und G. VOGLER:
Kontinuierliche Herzschlagfrequenzregistrierung bei
Sportlerinnen während eines Saunabades.
Sportarzt und Sportmedizin 20 (1969), S. 7
43. LEPESCHKIN, E.:
Exercise Tests in the Diagnosis of Coronary Heart Disease.
Circulation 22 (1960), S. 986.
44. LEUTNER, R.:
Sterbefälle 1965 nach Todesursachen.
Gesundheitsfürsorge 17 (1967), S. 191.
45. LÖNNE, E., Ch. LÖNNE, J. FAHRENBURG und H. ROSKAMM:
Pulsfrequenzmessung und Ekg-Registrierung bei Autorennen.
Sportarzt und Sportmedizin 19 (1968), S. 103.

46. MATTINGLY, Th.W.:
The Postexercise Electrocardiogram. Its Value in the
Diagnosis and Prognosis of Coronary Arterial Disease.
Amer. J. Cardiol. 9 (1962), S. 395.
47. MATZDORF, F.:
Korrelation zwischen Elektrokardiogramm und Herzbeschwerden.
Lebensversicherungsmedizin 19 (1967), S. 112.
48. MEERKAMM, F. und F.H. HERTLE:
Elektrokardiographische Beobachtungen bei gesunden Pro-
banden und Herzinfarktpatienten unter standardisierter
submaximaler Ergometerbelastung.
Arch.Kreislaufforschg. 57 (1968), S. 240.
49. MELLEROWICZ, H.:
Ergometrie.
München-Berlin (Urban & Schwarzenberg) 1962, S. 8-14.
50. MELLEROWICZ, H., H. ROSKAMM, Th. HETTINGER, W. HOLLMANN,
E.J. KLAUS, K. KÖNIG, H. MIES, H. REINDELL und E. STOBOY:
Vorschläge zur Standardisierung der ergometrischen Leistungs-
messung.
Z.Kreislaufforschg. 53 (1964), S. 856.
51. METZNER, A., E. GADERMANN, W. KINDERMANN und A. DITTRICH:
Über die Herzschlagfrequenz während und nach verschiedenen
sportlichen Ausdauerbelastungen.
Sportarzt und Sportmedizin 17 (1966), S. 274.
52. MILLAHN, H.P. und P. ECKERMANN:
Der Einfluß der Tretfrequenz auf die Sauerstoffaufnahme
und die Herzfrequenz bei konstanter Leistung am Fahrrad-
ergometer.
Verh.Dtsch.Ges. exp.Med. 18 (1967), S. 131.

53. MILLAHN, H.P. und H. HELKE:
Über Beziehungen zwischen der Herzfrequenz während Arbeitsbelastung und in der Erholungsphase in Abhängigkeit von der Leistung und der Erholungsdauer. Zugleich eine Betrachtung zum Verhalten der Herzfrequenz in der Erholungsphase.
Z. angew. Physiol. 26 (1968), S. 245.
54. MILZ, H.:
Körperschulung durch aktive Bewegung.
Bad Wörishofen (Sanitas-Verlag) 1967.
55. MINAROVJECH, V., G. BÜTTNER und H. BURGER:
Synchrone Registrierung der Herzfrequenz bei einem Langstreckenläufer über einen längeren Zeitraum unter Labor-, Kontroll-, Trainings- und Wettkampfbedingungen.
Medizin und Sport 7 (1967), S. 97.
56. OSTRANDER, L.D., R.L. BRANDT, M.O. KJELSBERG and F.H. EPSTEIN:
Electrocardiographic Findings among the Adult Population of a Total Natural Community, Tecumseh, Michigan.
Circulation 31 (1965), S. 888.
57. OTT, V.R.:
Physikalische Medizin und Balneologie in der Prävention und Rehabilitation von Herz- und Kreislaufkrankheiten.
In: VÖGLER, P. und C. CORDES: Grundprobleme der neuen Hämodynamik und therapeutische Konsequenzen.
Leipzig (Edition) 1967, S. 75.
58. PETRY, H.:
Blutdruck und Elektrokardiogramm im Spiegel einer betrieblichen Felduntersuchung.
Arbeits- und Sozialmedizin 3 (1968), S. 71.

59. PHILIPPEN, R.:
Herz- und Kreislauftraining durch Sport im mittleren und höheren Alter.
Med. Klin. 64 (1969), S.2129.
60. PORKERT, K.:
Das Herzfrequenzverhalten während eines 100 Watt-Testes unmittelbar vor und nach der Kreislauftrainingskur (ESCHENLOHE).
Dis. Erlangen (in Vorbereitung).
61. RENEMANN, H., Ph. BECKHOVE und H. ROSKAMM:
Herzfrequenz bei Fallschirmabsprüngen.
Wehrdienst und Gesundheit 14 (1966), S. 48.
62. ROBB, G. and H. MARKS:
Latent Coronary Artery Disease: Determination of Its Presence and Severity by the Exercise Electrocardiogramm.
Amer. J. Cardiol. 13 (1964), S. 603.
63. ROSKAMM, H., K. KÖNIG und H. REINDELL:
Derzeitige Kenntnis ergometrischer Normalwerte.
In: MELLEROWICZ, H. und G. HANSEN: 1. Internationales Seminar für Ergometrie.
Berlin (Institut für Leistungsmedizin) 1965, S. 15.
64. ROSKAMM, H., Ph. BECKHOVE und H. REINDELL:
Die Herzfrequenz im Training und im Wettkampf des Hochleistungssportlers.
Sportarzt und Sportmedizin 16 (1965), S. 439.
65. ROSKAMM, H., H. REINDELL und K. KÖNIG:
Körperliche Aktivität und Herz- und Kreislauferkrankungen.
München (J.A. Barth) 1966, S. 45.
66. ROSKAMM, H., W. BRANDTS und H. REINDELL:
Zur Trainierbarkeit der Herz- und Kreislaufleistungsfähigkeit in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht.

Cardiologica 48 (1966), S. 441.

67. ROSKAMM, H., J. WEIDEBACH und H. REINDELL:
Der unvollständige Rechtsschenkelblock im Ekg des Sportlers.
Sportarzt und Sportmedizin 17 (1966), S. 251.
68. ROSKAMM, H., H. WEIDEMANN, W.D. SEMMELROTH, L. SAMEK, H. REINDELL und J. NÖCKER:
Zur Rehabilitation von Herzinfarktpatienten. Die Herzfrequenz und das Ekg während des 8 Stunden Arbeitstages bei 45 Patienten mit überstandenen Herzinfarkt im Vergleich zu gesunden Normalpersonen.
Fortschr. der Medizin 85 (1967), S. 627.
69. ROSKAMM, H.:
Die Grundlagen des körperlichen Trainings.
Hippokrates 41 (1970), S. 73.
70. RUMBALL, C.A. and E.D. ACHESON:
Electrocardiograms of Healthy Men after Strenuous Exercise.
Brit. Heart J. 22 (1960), S. 415.
71. SCHENDERLEIN, P.:
Ergebnisse von Belastungsuntersuchungen durch Pulsfrequenzregistrierungen im Tischtennisport.
Medizin und Sport 7 (1967), S. 86.
72. SCHMIDT, F.L.:
Über den Einfluß der Umdrehungszahl auf verschiedene Parameter des kardiopulmonalen Systems während Trekkurarbeit bei submaximaler Belastung.
In: MELLEROWICZ, H. und G. HANSEN: 2. Internationales Seminar für Ergometrie.
Berlin (Institut für Leistungsmedizin) 1967, S. 107.

73. SCHMIDT, F.L.:
Bewegungstherapie bei Koronarkranken. Maßstäbe für eine individuelle Dosierung.
Med. Klin. 64 (1969), S. 2135.
74. SCHMIDT, J.:
Herz und Elektrokardiogramm des Sportlers.
Internist 11 (1970), S. 273.
75. SCHNEIDER, K.W., R. ROST und W. GATTENLÖHNER:
Kreislauffunktion beim Sportler.
Stuttgart - New York (Schattauer-Verlag) 1970, S. 29
76. SCHROEDER, W.:
Nutritive und nicht-nutritive Skelettmuskeldurchblutung.
Arch.Kreislaufforschg. 49 (1966), S. 36.
77. SCHWALB, H.:
Körperliche Aktivität, Sport und Koronarerkrankungen aus epidemiologischer Sicht.
Münch.Med.Wschr. 107 (1965), S. 904.
78. SCHWALB, H.:
Untersuchungen über die Ökonomie und Leistungsfähigkeit des Kreislaufs im mittleren Lebensalter.
Arch.Kreislaufforschg. 56 (1968), S. 153.
79. SKINNER, J.S.:
The Cardiovascular System with Aging and Exercise.
In: BRUNNER, D. and E. JOKL: Physical Activity and Aging.
Basel - New York (Karger-Verlag) 1970, S. 100.
80. SLAPAK, L.:
Zum Ekg-Bild des unvollständigen Rechtsschenkelblockes.
Z.Kreislaufforschg. 46 (1957), S. 373.

81. SIMONSON, E.:
Use of the Electrocardiogram in Exercise Tests.
Amer. Heart J. 66 (1963), S. 552.
82. STEINBACH, M.:
Medizinisch-psychologische Betrachtung zum Vorstart-
zustand.
Sportarzt und Sportmedizin 21 (1970), S. 82.
83. TREUMANN, F. und W. SCHROEDER:
Trainingseinfluß auf Muskeldurchblutung und Herz-
frequenz.
Z.Kreislaufforschg. 57 (1968), S. 1024.
84. VOGLER, G.:
Das Verhalten der Herzfrequenz während des Gymnastik-
unterrichtes von Sportstudentinnen.
Sportarzt und Sportmedizin 19 (1968), S. 374.
85. VOGLER, G. und D. CLASING:
Das HELLIGE-Telemetrie-System.
Acta Mediotecnica (Berlin) 1967, S. 374.
86. WEIDENER, J.:
Die Herzschlagfrequenz bei ergometrischer Leistung.
In: MELLEROWICZ, H. und G. HANSEN: 1. Internationales
Seminar für Ergometrie.
Berlin (Institut für Leistungsmedizin) 1965, S. 107.
87. WEISS, U.:
Die Leibesübungen des älteren Menschen.
Hippokrates 41 (1970), S. 75.

Zeit	100 Watt-Test (liegend) (gegen Ende der Kur, n = 85)				100 Watt-Test (sitzend) (Med.Poliklinik, n = 103)		
<u>Tabelle 1</u>	Mittelwerte und Standard- abweichung der Herzfrequ.			Signi- fikanz	Mittelwerte und Standard- abweichung der Herzfrequ.		
	Gesamtkollektiv				Gesamtkollektiv		
in Ruhe	75,7	±	10,7	p 0,0001	89,2	±	14,3
1.Bel.Min.	109,5	±	13,5	p 0,0001	119,0	±	13,5
4. " "	119,1	±	12,0	p 0,0001	128,9	±	14,5
6. " "	120,5	±	12,3	p 0,0001	131,2	±	15,2
10. " "	120,9	±	12,6	p 0,0001	134,1	±	15,8
30.sec.n.Bel.	106,2	±	15,2	p 0,0001	118,6	±	17,9
2.Erhol.Min.	88,0	±	13,6	p 0,0001	107,7	±	16,7
6. " "	81,1	±	12,8	p 0,0001	100,4	±	13,6

Altersklasse I (30 bis 40 Jahre) (n = 22)				Altersklasse I (30 bis 40 Jahre) (n = 30)			
in Ruhe	76,2	±	11,3	p 0,0001	91,7	±	11,8
1.Bel.Min.	112,5	±	9,5	p 0,001	123,7	±	12,5
4. " "	124,3	±	11,3	p 0,1	131,8	±	15,3
6. " "	125,8	±	11,3	p 0,05	134,3	±	15,9
10. " "	125,6	±	11,7	p 0,02	136,5	±	16,1
30.sec.n.Bel.	111,6	±	15,9	p 0,1	120,1	±	18,1
2.Erhol.Min.	91,7	±	15,4	p 0,001	109,1	±	15,4
6. " "	82,1	±	14,0	p 0,0001	100,9	±	11,9

Altersklasse II (41 bis 50 Jahre) (n = 43)				Altersklasse II (41 bis 50 Jahre) (n = 58)			
in Ruhe	75,6	±	10,4	p 0,0001	88,9	±	15,4
1.Bel.Min.	108,6	±	8,2	p 0,0001	118,1	±	13,4
4.Bel.Min.	119,1	±	10,1	p 0,001	127,6	±	13,2
6. " "	120,6	±	10,1	p 0,001	129,8	±	13,8
10. " "	121,8	±	10,7	p 0,0001	132,8	±	14,4
30.sec.n.Bel.	105,4	±	13,8	p 0,001	117,1	±	16,6
2.Erhol.Min.	87,6	±	11,8	p 0,0001	107,0	±	15,9
6. " "	80,3	±	11,4	p 0,0001	100,6	±	13,6

Zeit	100 Watt-Test (liegend) (gegen Ende der Kur, n = 15)		100 Watt-Test (sitzend) (Med.Poliklinik, n = 15)
<u>Tabelle 2</u>	Mittelwerte und Standard- abweichung der Herzfrequ.	Signi- fikanz	Mittelwerte und Standard- abweichung der Herzfrequ.
	Altersklasse III (51 bis 60 Jahre)		Altersklasse III (51 bis 60 Jahre)
in Ruhe	75,2 ± 11,7	p 0,05	85,6 ± 14,1
1.Bel.Min.	108,2 ± 26,7	p 0,5	113,3 ± 14,1
4.Bel.Min.	111,3 ± 14,8	p 0,01	128,4 ± 17,9
6.Bel.Min.	112,2 ± 15,9	p 0,01	130,5 ± 18,9
10.Bel.Min.	111,9 ± 15,4	p 0,01	134,4 ± 20,6
30.sec.n.Bel	101,1 ± 17,1	p 0,01	121,4 ± 22,6
2.Erh.Min.	83,7 ± 15,7	p 0,01	107,3 ± 22,3
6.Erh.Min.	82,2 ± 16,4	p 0,05	98,9 ± 17,4

Zeit	100 Watt-Test (sitzend) (Med.Poliklinik, n = 30)		100 Watt-Test (sitzend) (Med.Poliklinik, n = 73)
	Mittelwerte und Standard- abweichung der Herzfrequ.	Signi- fikanz	Mittelwerte und Standard- abweichung der Herzfrequ.
	Nichtsporttreibende		gelegentl.u.regelmäßig Sporttreibende
in Ruhe	91,5 ± 13,8	p 0,4	88,3 ± 14,5
1.Bel.Min.	120,4 ± 15,6	p 0,6	118,5 ± 12,7
4.Bel.Min.	133,7 ± 15,3	p 0,05	127,0 ± 13,8
6.Bel.Min.	136,6 ± 16,9	p 0,025	129,0 ± 14,0
10.Bel.Min.	139,9 ± 17,4	p 0,02	131,8 ± 14,6
30.sec.n.Be.	125,4 ± 18,3	p 0,02	115,8 ± 17,0
2.Erh.Min.	112,0 ± 18,0	p 0,05	105,9 ± 15,9
6.Erh.Min.	104,7 ± 13,8	p 0,05	98,7 ± 13,2

Zeit	100 Watt-Test (sitzend) (Med.Poliklinik, n = 30)		100 Watt-Test (sitzend) (Med.Poliklinik, n = 20)
Tabelle 3	Mittelwerte und Standard- abweichung der Herzfrequ.	Signi- fikanz	Mittelwerte und Standard- abweichung der Herzfrequ.
	Nichtsporttreibende		regelmäßig Sporttreibende
in Ruhe	91,5 ± 13,8	p 0,2	86,4 ± 12,5
1.Bel.Min.	120,4 ± 15,6	p 0,6	117,4 ± 15,6
4.Bel.Min.	133,7 ± 15,3	p 0,05	123,8 ± 16,4
6.Bel.Min.	136,6 ± 16,9	p 0,02	124,6 ± 16,4
10.Bel.Min.	139,9 ± 17,4	p 0,01	126,6 ± 16,3
30.sec.n.Bel.	125,4 ± 18,3	p 0,01	110,3 ± 19,4
2.Erh.Min.	112,0 ± 18,0	p 0,1	102,4 ± 17,0
6.Erh.Min.	104,7 ± 13,8	p 0,2	98,6 ± 15,6

Zeit	100 Watt-Test (Sitzend) (Med.Poliklinik, n = 17)		100 Watt-Test (sitzend) (Med.Poliklinik, n = 11)
	Mittelwerte und Standard- abweichung der Herzfrequ.	Signi- fikanz	Mittelwerte und Standard- abweichung der Herzfrequ.
	Nichtsporttreibende der Altersklasse II		regelmäßig Sporttreibende der Altersklasse II
in Ruhe	91,5 ± 12,7	p 0,2	84,1 ± 13,7
1.Bel.Min.	120,3 ± 13,2	p 0,1	111,2 ± 12,4
4.Bel.Min.	133,4 ± 10,9	p 0,005	117,8 ± 12,6
6.Bel.Min.	136,5 ± 12,2	p 0,005	118,6 ± 13,2
10.Bel.Min.	139,2 ± 11,6	p 0,001	120,8 ± 13,2
30.sec.n.Bel.	124,0 ± 13,0	p 0,01	106,6 ± 19,8
2.Erh.Min.	110,3 ± 12,5	p 0,2	102,1 ± 20,0
6.Erh.Min.	105,0 ± 9,7	p 0,3	99,1 ± 20,1

Ekg-Befunde	Untersuchung (n = 85) (gegen Ende der Kur)				Untersuchung (n = 103) (Med. Poliklinik)			
	Anzahl der beobachteten Fälle				Anzahl der beobachteten Fälle			
	gesamt	Altersklassenverteilung			gesamt	Altersklassenverteilung		
<u>Tabelle 4</u>		I	II	III		I	II	III
<u>ST-Senkungen</u>								
aszend. ST-Senk.	7	2	3	2	12	3	4	5
horiz. ST-Senk. von 0,1 mV	-	-	-	-	5	2	2	1
horiz. ST-Senk. von 0,2 mV	-	-	-	-	4	-	1	3
ST-Senkungen von 0,1 mV u. T-Abflachung	7	-	6	1	4	1	2	1
<u>AV-Leitungsstörung</u>								
AV-Block 1. Grades	-	-	-	-	3	1	-	2
<u>Intraventrik. Leitungsstör.</u>								
Rechtsverspr.d. Erregungsausbr.	-	-	-	-	23	7	13	3
Rechtsschenkelblock	-	-	-	-	2	1	1	-
Linksverspr.d. Erregungsausbr.	-	-	-	-	2	-	1	1
Linksschenkelblock	-	-	-	-	1	1	-	-
Erregungsverfrühung	-	-	-	-	2	-	1	1
<u>Extrasystolen</u>								
supraventr. ES	-	-	-	-	1	1	-	-
ventrikul. ES	5	1	1	3	4	-	3	1

Zeit	100 Watt-Test (liegend) (gegen Ende der Kur, n = 30)		100 Watt-Test (sitzend) (Med.Poliklinik, n = 30)
<u>Tabelle 5</u>	Mittelwerte und Standard- abweichung der Herzfrequ	Signi- fikanz	Mittelwerte und Standard- abweichung der Herzfrequ.

Nichtsporttreibende			Nichtsporttreibende		
in Ruhe	75,8 ± 11,9	p 0,001	91,5 ± 13,8		
1.Bel.Min.	108,0 ± 12,7	p 0,005	120,4 ± 15,6		
4.Bel.Min.	117,7 ± 15,2	p 0,001	133,7 ± 15,3		
6.Bel.Min.	118,9 ± 15,9	p 0,001	136,6 ± 16,9		
10.Bel.Min.	118,5 ± 15,8	p 0,001	139,9 ± 17,4		
30.sec.n.Bel.	106,9 ± 18,5	p 0,001	125,4 ± 18,3		
2.Erh.Min.	89,4 ± 14,8	p 0,001	112,0 ± 18,0		
5.Erh.Min.	81,4 ± 14,1	p 0,001	104,7 ± 13,8		

Zeit	100 Watt-Test (liegend) (gegen Ende der Kur, n = 14)		100 Watt-Test (sitzend) (Med.Poliklinik, n = 20)
	Mittelwerte und Standard- abweichung der Herzfrequ.	Signi- fikanz	Mittelwerte und Standard- abweichung der Herzfrequ.
	regelmäßig Sporttreibende		regelmäßig Sporttreibende

in Ruhe	75,1 ± 10,6	p 0,005	86,4 ± 12,5
1.Bel.Min.	107,8 ± 9,1	p 0,05	117,5 ± 15,6
4.Bel.Min.	116,8 ± 8,7	p 0,2	123,8 ± 16,4
6.Bel.Min.	118,2 ± 8,2	p 0,2	124,6 ± 16,4
10.Bel.Min.	118,3 ± 7,9	p 0,1	126,6 ± 16,3
30.sec.n.Bel.	101,5 ± 14,0	p 0,2	110,3 ± 19,4
2.Erh.Min.	85,6 ± 12,9	p 0,005	102,4 ± 17,0
6.Erh.Min.	75,6 ± 11,4	p 0,001	98,6 ± 15,6

Zeit	100 Watt-Test (liegend) (gegen Ende der Kur, n = 17)		100 Watt-Test (sitzend) (Med.Poliklinik, n = 17)
<u>Tabelle 6</u>	Mittelwerte und Standard- abweichung der Herzfrequ.	Signi- fikanz	Mittelwerte und Standard- abweichung der Herzfrequen
	Nichtsporttreibende der Altersklasse II		Nichtsporttreibende der Altersklasse II
in Ruhe	75,0 ± 10,0	p 0,001	91,5 ± 12,7
1.Bel.Min.	111,0 ± 9,6	p 0,05	120,3 ± 13,2
4.Bel.Min.	119,2 ± 10,1	p 0,001	133,4 ± 10,8
6.Bel.Min.	120,0 ± 10,7	p 0,001	136,5 ± 12,2
10.Bel.Min.	121,1 ± 10,9	p 0,001	139,2 ± 11,6
30.sec.n.Bel.	107,4 ± 14,3	p 0,005	124,0 ± 13,0
2.Erh.Min.	89,5 ± 12,0	p 0,001	110,3 ± 12,5
6.Erh.Min.	80,2 ± 11,8	p 0,001	105,0 ± 9,7

Zeit	100 Watt-Test (liegend) (gegen Ende der Kur, n = 8)		100 Watt-Test (sitzend) (Med.Poliklinik, n = 11)
	Mittelwerte und Standard- abweichung der Herzfrequ.	Signi- fikanz	Mittelwerte und Standard- abweichung der Herzfrequ.
	regelmäßig Sporttreibende der Altersgruppe II		regelmäßig Sporttreibende der Altersgruppe II
in Ruhe	76,2 ± 11,2	p 0,2	84,1 ± 13,7
1.Bel.Min.	103,7 ± 8,6	p 0,2	111,2 ± 12,5
4.Bel.Min.	113,3 ± 9,1	p 0,5	117,8 ± 12,6
6.Bel.Min.	115,4 ± 8,7	p 0,6	118,6 ± 13,2
10.Bel.Min.	116,0 ± 8,0	p 0,4	120,8 ± 13,2
30.sec.n.Bel.	97,2 ± 16,9	p 0,3	106,6 ± 19,8
2.Erh.Min.	83,6 ± 10,6	p 0,05	102,1 ± 20,0
6.Erh.Min.	73,6 ± 8,3	p 0,01	99,1 ± 20,1

Legenden zu den Abbildungen

Abb. 1: zeigt den telemetrisch ermittelten Kurvenverlauf des Herzfrequenzprofiles zweier Probanden bei den gymnastischen Übungen auf dem Sportfeld der ESCHENLOHER Kuranlage. Das Programm umfaßte Freiübungen mit und ohne Stock. Nachmalige Kontrolle des Herzfrequenzverhaltens bei einem der beiden Probanden am darauf folgenden Morgen (7.30 Uhr) bei gleichem Übungsprogramm.

A_m = Abmarsch zum Sportfeld, A_u = Anfang der Übungen, E_u = Ende der Übungen.

Abb. 2: zeigt das Herzschlagfrequenzprofil zweier Probanden (A,B) beim Training im Schwimmbassin (Beckenlänge 12 m, Wassertemperatur 22° C). Proband A schwamm in langsamen Tempo etwa 300 m, während Proband B an der Wassergymnastik mit alternierendem Arm- und Beinschlagen und Atemübungen teilnahm.

A = Anfang der Übungen, E_s = Ende der Schwimmübung, B = heftiges Beinschlagen, E_{sg} = Ende der Schwimmgymnastik.

Abb. 3: zeigt das Herzfrequenzprofil dreier Probanden bei der Gymnastik in der Sporthalle. Das Übungsprogramm umfaßte kurze lockere Laufübungen, Freiübungen im Stand mit Rumpfbeugen, Arm- und Rumpfkreisen, statische Übungen im Sitzen mit Vorbehalte der Beine unter gleichzeitigem Grätsche Schließen und Beinekreisen anschließend Übungen mit dem Baligerät, Bürstenmassage und gegenseitiges Abklatschen des Körpers. Bei dem Probanden C handelte es sich um eine ausgeprägte vegetative Dystonie.

A_u = Anfang der Übungen, $\dot{U}_b$ = Beginn der Übungen mit dem Baligerät, B_m = Beginn der Bürstenmassage, Ab_k = Abklatschen des Körpers, E_u = Ende der Übungen

Abb. 4: Zeigt das Herzfrequenzprofil dreier Probanden während eines Nachmittags Spazierganges ins Moor. Das Ziel war nach etwa 2 km erreicht, der Weg führte in ebenem Gelände durch ein weites Schneefeld (Schneetiefe 25 bis 30 cm); dann Aufenthalt von ca. 8 Minuten in der Morrhütte, anschließend Rückmarsch auf demselben Wege.

Ts = Tiefschnee, Rp = Ruhepause bei der Morrhütte, S = leichte Steigung.

Abb. 5: zeigt das Herzfrequenzprofil dreier Probanden während einer 1stündigen Bergwanderung. Auf einer Wegstrecke von 1,5 km war ein Höhenunterschied von 4000 m zu überwinden.

Sst = Steilstück mit Serpentinaen, Gr = Gipfelrast, Ast = Abstieg (auf demselben Wege).

Abb. 6: zeigt das Herzfrequenzprofil zweier Probanden während des Saunabades. Zwischen den beiden Schwitzbädern von etwa 15 bis 18 Minuten Dauer geht der Proband jeweils zur Ruhebänk außerhalb der Saunaanlage, um dort zu entspannen.

A = Anfang der Sauna, E = Ende der Sauna, G_r = Gehen zur Ruhebänk, L_r = Liegen auf der Ruhebänk, G_{sr} = Gehen zum Saunaraum

Abb. 7: zeigt das Herzschlagfrequenzprofil dreier Probanden, die bereits an einer Kreislauftrainingskur in ESCHENLOHE teilgenommen haben und die dieses Kreislauftraining nun in der SIEMENS-Sportanlage in ERLANGEN fortgesetzt haben. Das Übungsprogramm ist analog dem in ESCHENLOHE aufgebaut. Gymnastische Übungen im Stand, Baligerätübungen im Stand und Hüpfen auf der Stelle werden hier allerdings von längeren Dauerlaufübungen unterbrochen.

DL = Dauerlauf, GÜ = gymnastische Übungen, G = Gehen.

Abb. 8: zeigt das Herzfrequenzprofil zweier Probanden während des Kreislauftrainings in der SIEMENS-Sportanlage in ERLANGEN. Auch hier provozierten die lockeren Dauerlaufübungen die höchsten Herzschlagfrequenzen. An die Laufübungen und die gymnastische Übungen schlossen sich Baligerät-Übungen im Stand an.

$\ddot{U}_b$ = Übungen mit dem Baligerät

Abb. 9: zeigt das Herzfrequenzprofil dreier Teilnehmer am Kreislauftraining in ERLANGEN. Dauerlaufübungen, gymnastische Übungen mit und ohne Stock bilden den Inhalt des Trainingsprogrammes.

SG = Stockgymnastik

Abb. 10: zeigt das Herzfrequenzprofil zweier Probanden bei dem Kreislauftraining in der Halle, das bei schlechten Witterungsverhältnissen dort ersatzweise für die Übungen auf dem Sportfeld im Freien abgehalten wird. Das Übungsprogramm bestand aus kurzen Laufübungen im Kreis, gymnastische Übungen im Stand und im Sitzen und aus gymnastischen Übungen mit dem Medizinball.

$G\ddot{U}_m$ = gymnastische Übungen mit dem Medizinball



Abb. 1 Gymnastik im Freien

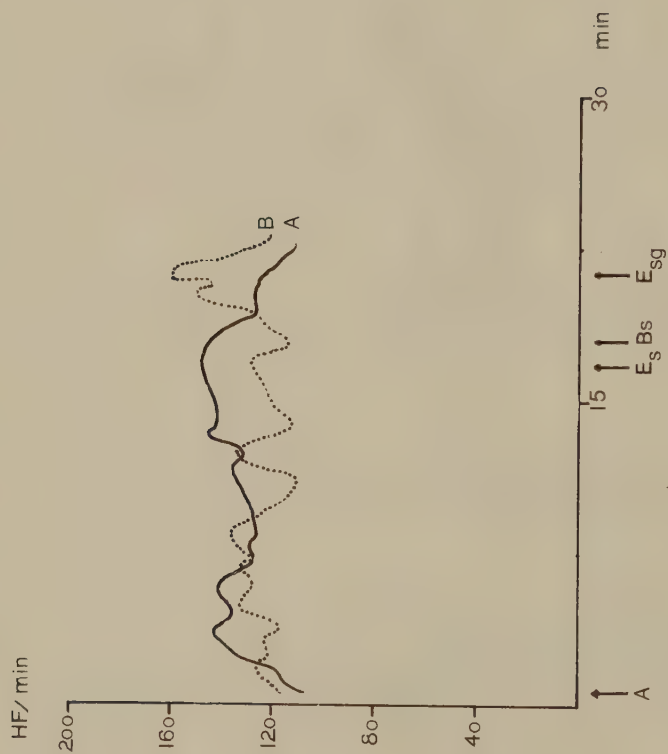


Abb. 2 Schwimmen und Schwimmgymnastik

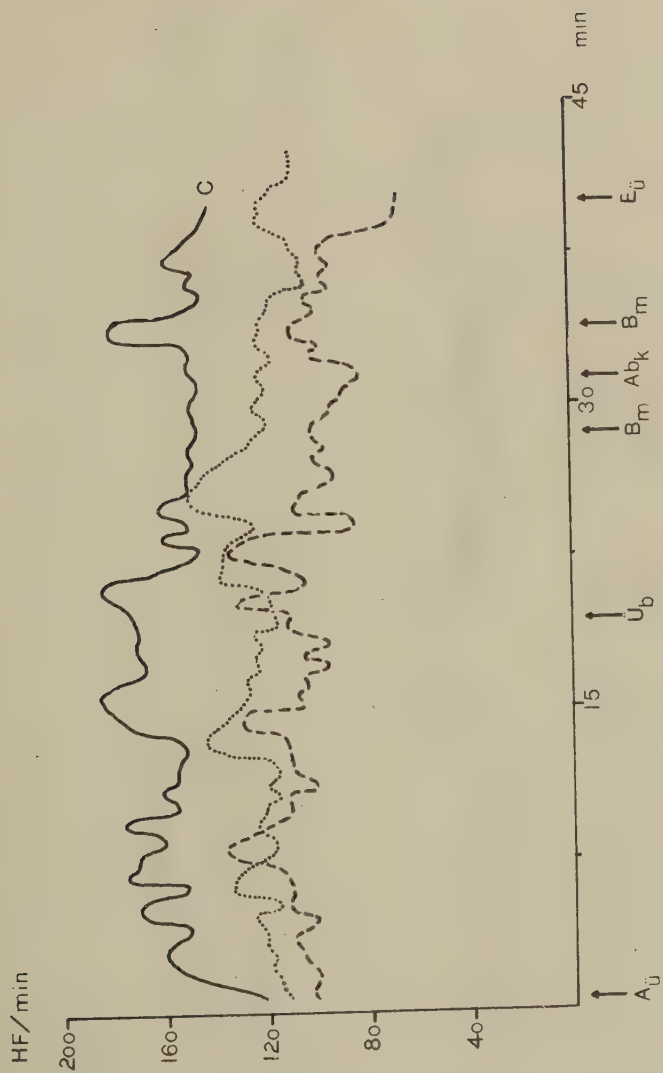


Abb. 3 Gymnastik in der Halle



Abb. 4 Moorwanderung

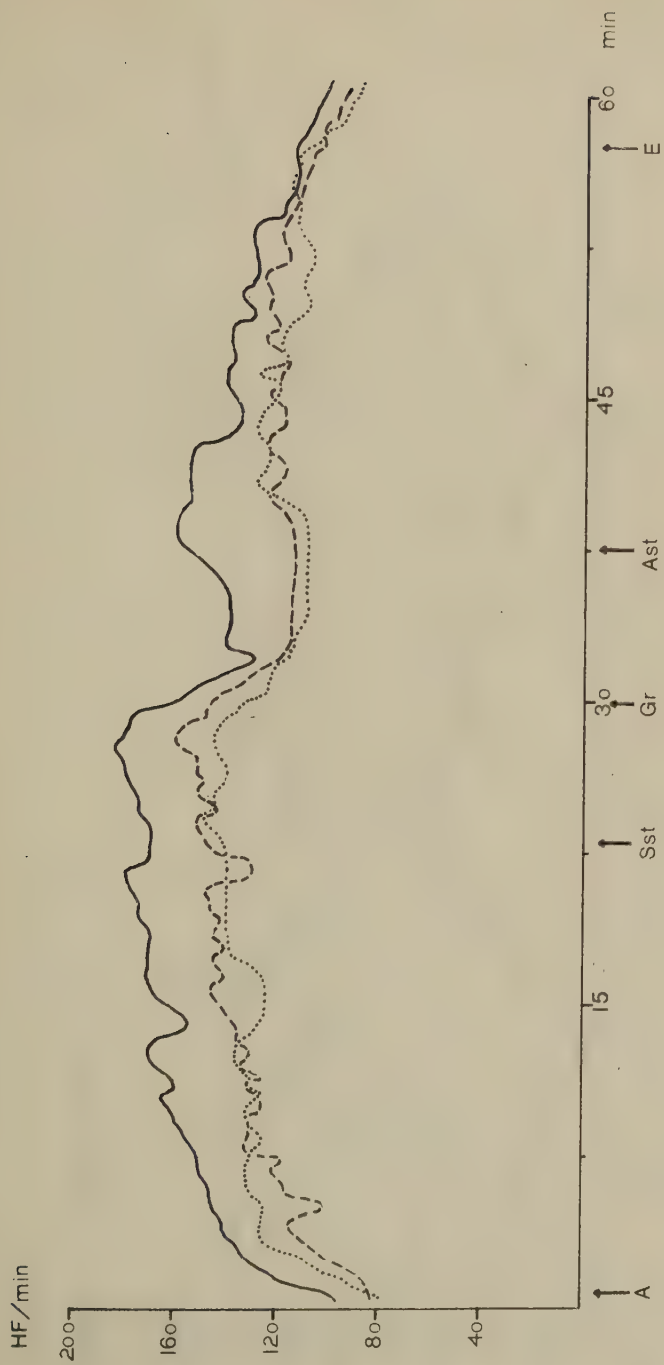


Abb. 5 Bergwanderung

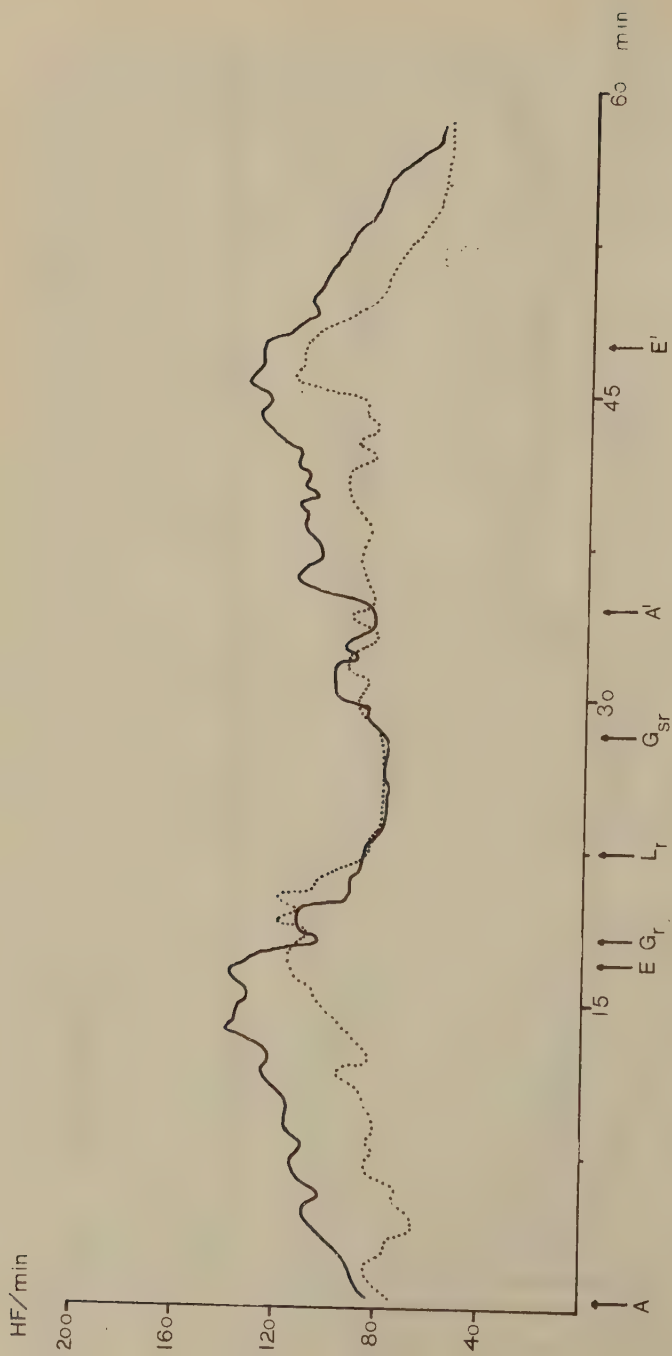


Abb. 6 Saunaprogramm

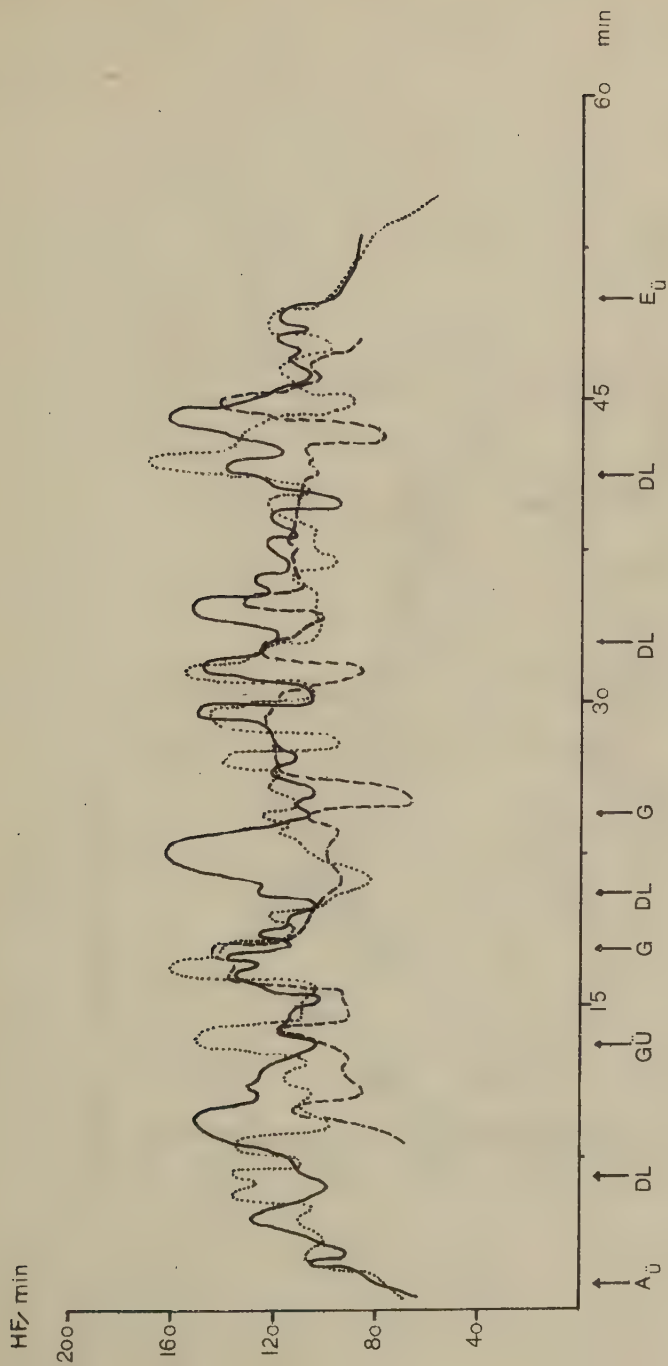


Abb. 7 Gymnastik im Freien

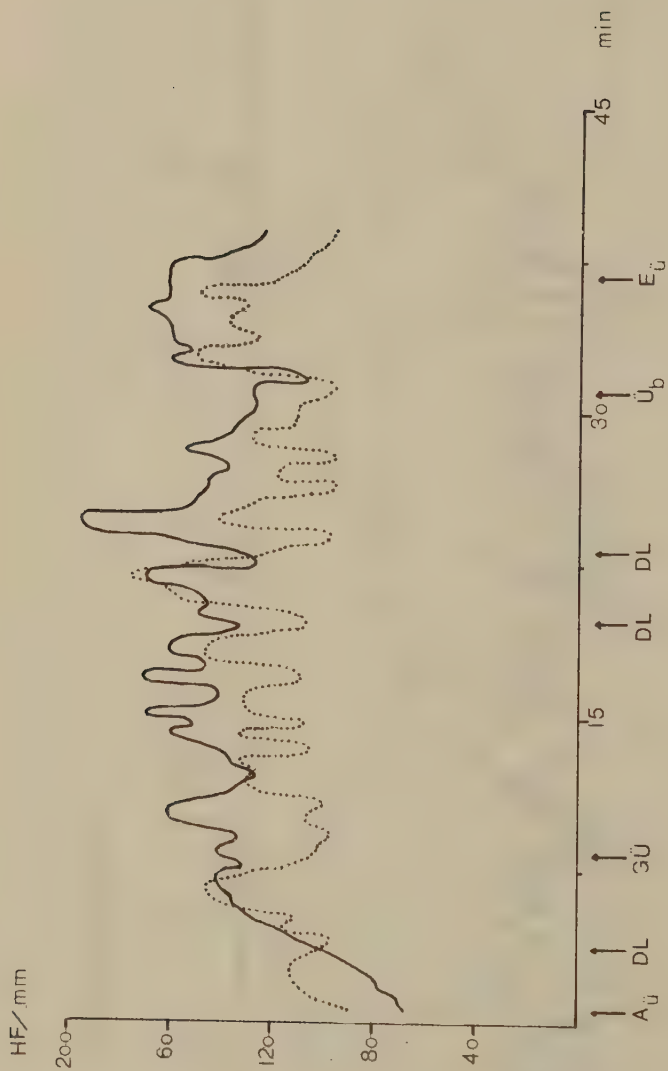


Abb. 8 Gymnastik im Freien

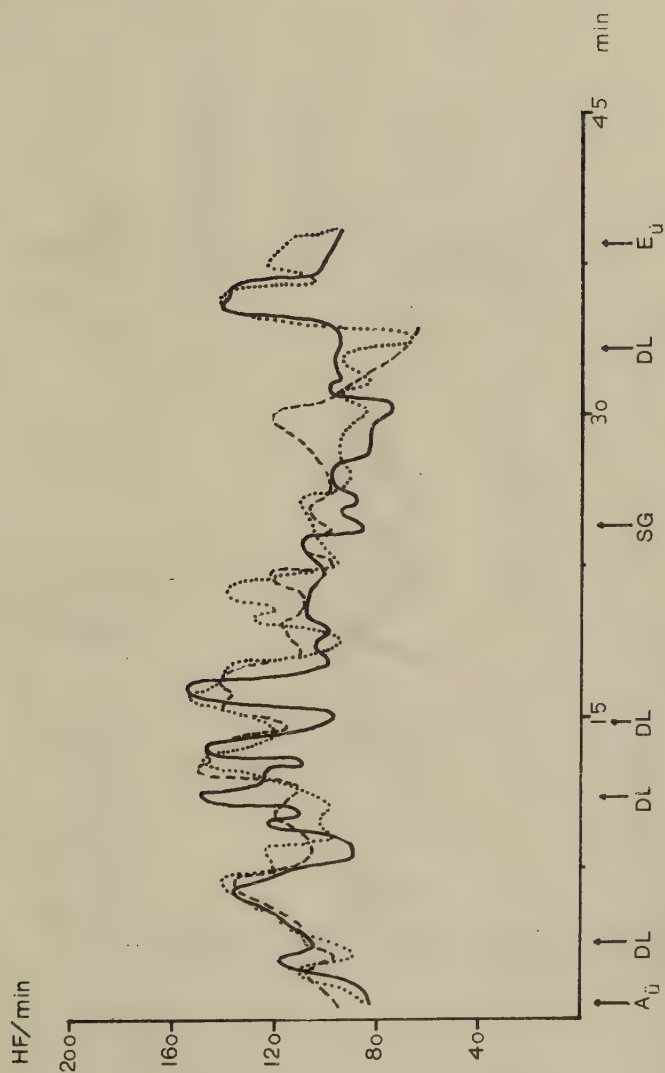


Abb. 9 Gymnastik im Freien

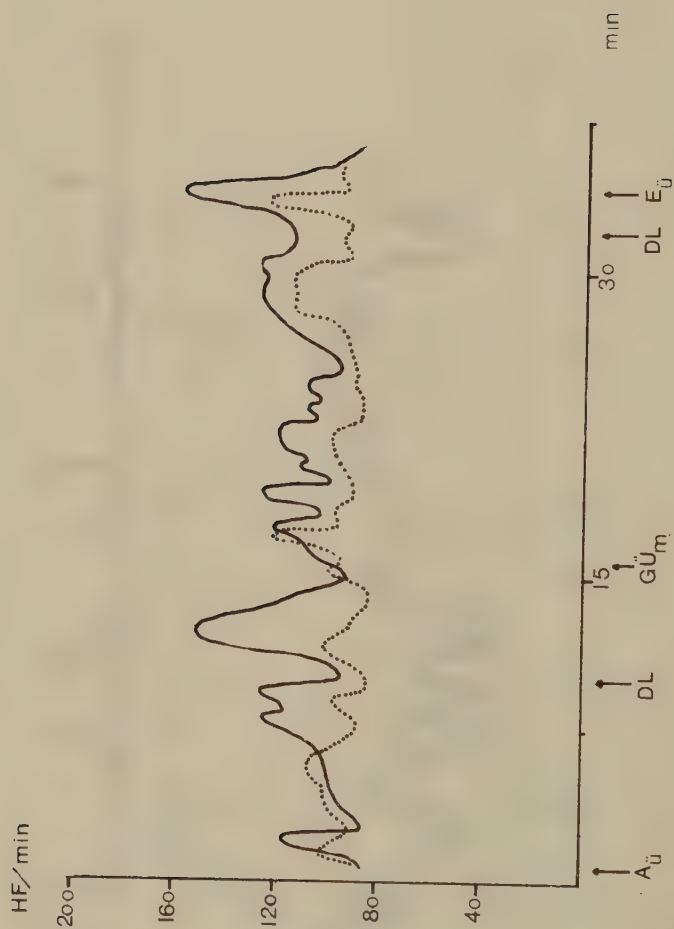


Abb. 10 Gymnastik in der Halle

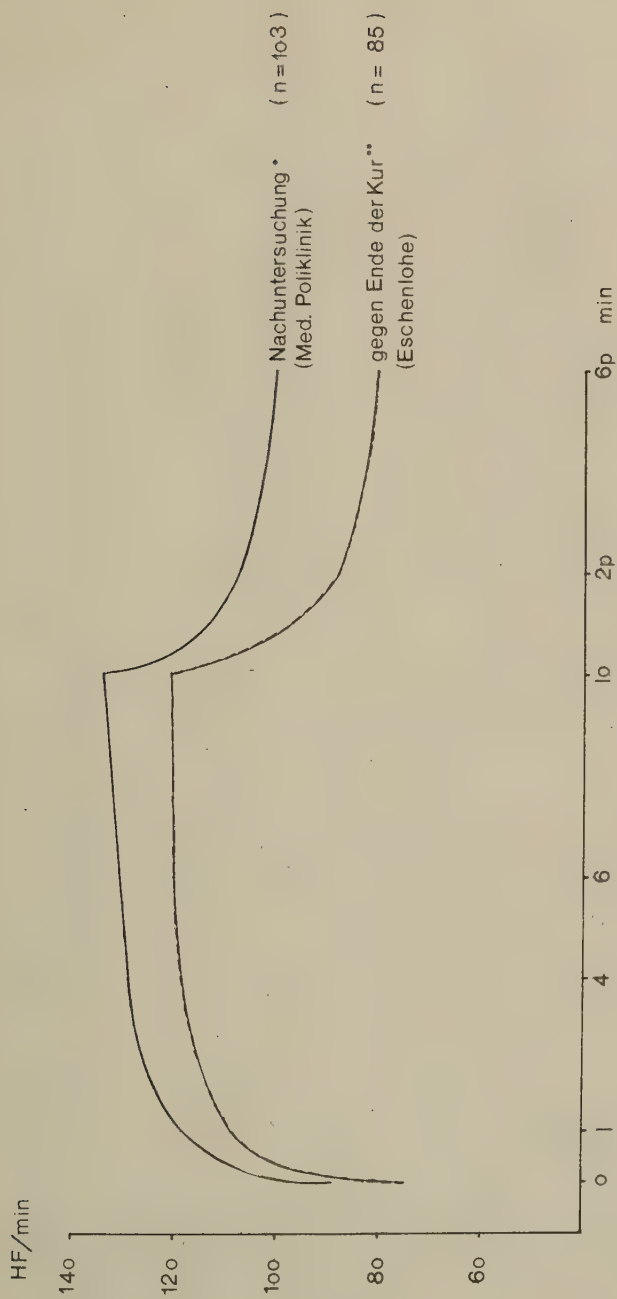


Abb.11 Mittelwerte der Herzfrequenz zweier 100 - Watt - Tests (30 - 60 Jährige)

* = im Sitzen,

** = im Liegen

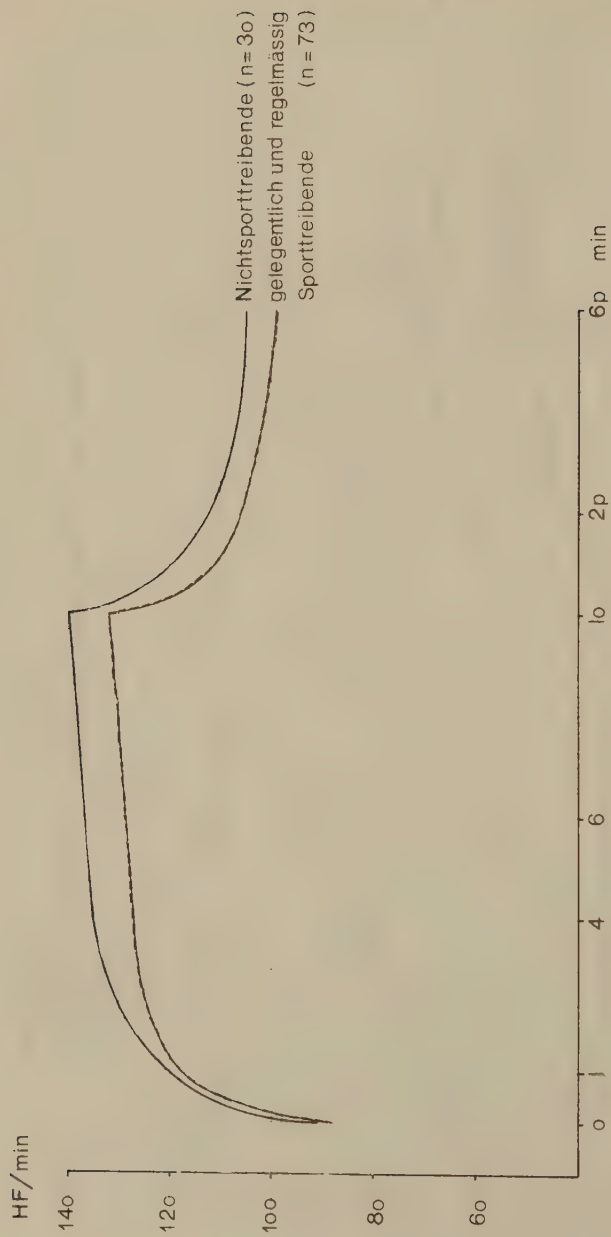


Abb.12 Mittelwerte der Herzfrequenz bei der Nachuntersuchung (100 -Watt, im Sitzen)
(Vergleich der Gesamtkollektive — 30 - 60 Jährige)

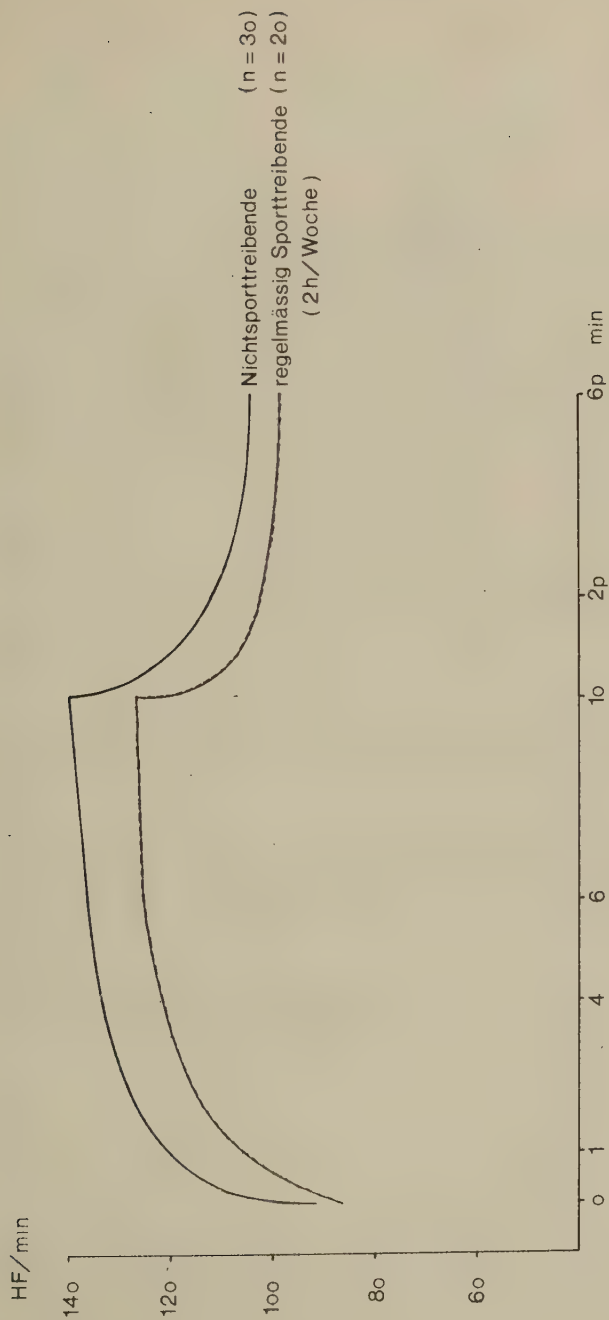


Abb.13 Mittelwerte der Herzfrequenz bei der Nachuntersuchung (100-Watt, im Sitzen)
(Vergleich der beiden Gesamtkollektive — 30-60-Jährige)

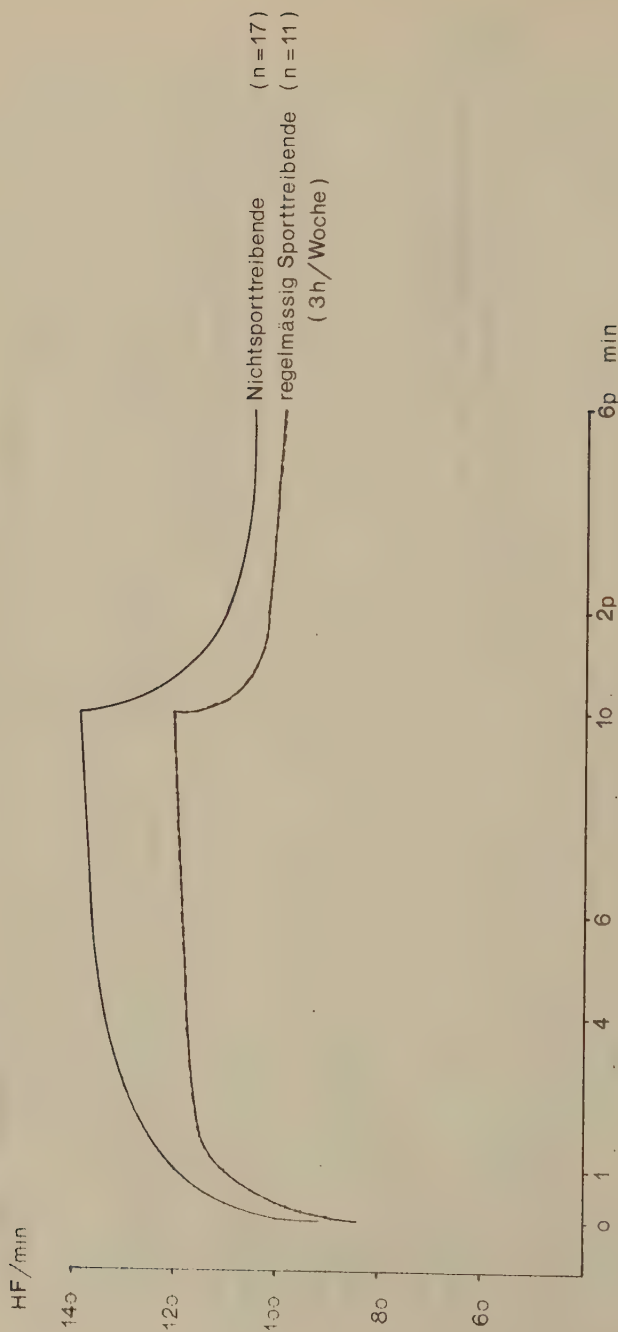


Abb. 14 Mittelwerte der Herzfrequenz bei der Nachuntersuchung (100-Watt, im Sitzen)
(Vergleich in der Altersklasse II — 41-50-Jährige)

Lebenslauf

Ich, Klaus Jürgen HARTKOPF, wurde als erstes und einziges Kind des Oberfeldwebels Karl Hartkopf und seiner Ehefrau Hedwig Hartkopf, geborene Pilz, am 17. 2. 1945 in Michelob/Kreis Saaz (Sudenten) geboren. Meine Taufe erfolgte am 8. 8. 1946 in der katholischen Kirche zu Kopitz. Im Zuge der Umsiedlung aus dem Sudetenland kam ich über verschiedene Flüchtlingslager von Mecklenburg nach Halle/Saale und von dort im Oktober 1948 nach Hof/Saale. Hier erfolgte der Übertritt in die evang.-luth. Kirche am 12. 7. 1951.

Meine Schulzeit begann am 4. 9. 1951 mit dem Eintritt in die Volksschule, die ich 4 Jahre besuchte. Am 1. 9. 1955 trat ich in die Oberrealschule Hof/Saale ein. Die schulische Ausbildung endete am 22. 7. 1964 mit dem Erhalt des Reifezeugnisses.

Zur Ableistung des Wehrdienstes meldete ich mich am 9. 11. 1964 zum Bundesgrenzschutz; die Dienstzeit beendete ich am 30. 4. 1966.

Am 2. 5. 1966 nahm ich das Studium der Medizin an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg auf, wo ich am 3. 8. 1967 das Vorphysikum und am 6. 5. 1969 das Physikum ablegte.

Das Medizinische Staatsexamen habe ich am 21. 7. 1972 mit der Note sehr gut abgelegt.

Offsetdruck-Fotodruck

J. Hogl, 8520 Erlangen, Hauptstr. 109 (Nähe Martin-Luther-Platz) Tel. 22990